

**НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ  
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ  
імені ІГОРЯ СІКОРСЬКОГО»**

**Інженерно-хімічний факультет**

**Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

«На правах рукопису»

УДК 676.011

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М. Д. Гомеля

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**Магістерська дисертація**

**на здобуття ступеня магістра**

**зі спеціальності 161-Хімічні технології та інженерія**

**на тему: Реконструкція технологічного потоку Приватного акціонерного товариства «Київський картонно-паперовий комбінат» з виробництва туалетного паперу з макулатури**

Виконала:

студентка II курсу, групи ЛЦ-381мп

Сокол Катерина Андріївна

\_\_\_\_\_

Керівник:

Доц.

Трембус І.В.

\_\_\_\_\_

Рецензент:

\_\_\_\_\_

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.  
Студентка \_\_\_\_\_

Київ – 2019 року

**Національний технічний університет України**  
**«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»**  
**Інженерно-хімічний факультет**

**Кафедра екології та технології рослинних полімерів**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський) за освітньо-професійною програмою

Спеціальність (спеціалізація) – 161 Хімічні технології та інженерія (Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ М.Д. Гомеля

«\_\_» \_\_\_\_\_ 2019 р.

**ЗАВДАННЯ**

**на магістерську дисертацію студентці**

**Сокол Катерині Андріївні**

1. Тема дисертації: Реконструкція технологічного потоку Приватного акціонерного товариства «Київський картонно-паперовий комбінат» з виробництва туалетного паперу з макулатури

науковий керівник дисертації Трембус Ірина Віталіївна, доц.  
затверджені наказом по університету від «11» листопада 2019 р. № 3875-с

2. Термін подання студентом дисертації: «\_\_» грудня 2019 р.

3. Об'єкт дослідження: процеси підготовки та очистки макулатурної маси; формування, пресування, сушіння та оброблення полотна туалетного паперу

4. Предмет дослідження: технологічний потік з виробництва туалетного паперу з 100 % макулатури марки ТМ масою 32 г/м<sup>2</sup>.

5. Перелік завдань, які потрібно розробити: обґрунтувати інноваційні зміни в технологічному потоці; навести вимоги до сировини, допоміжних хімічних речовин та готової продукції; навести технологічну схему виробництва туалетного паперу; виконати розрахунок матеріального балансу води та волокна, а також теплового балансу; обрати основне технологічне обладнання; навести об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі; навести заходи з

захисту давкілля при виробництві туалетного паперу з макулатури; розробити стартап-проект

6. Орієнтовний перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: інновації в технології виробництва туалетного паперу з макулатури; технологічна схема; план цеху; поздовжній розріз; поперечний розріз; результати зведеного матеріального балансу; результати виконання стартап проекту

7. Орієнтовний перелік публікацій: 1) Стечак І.А., Сокол К.А., Трембус І.В. Вдосконалення схеми підготовки макулатурної маси // Збірник тез доповідей XVII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада, 2019, Київ). – С. 172 –173.; 2) Сокол К.А., Трембус І.В. Вдосконалення процесу очищення вторинної сировини // Збірник тез доповідей XVII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада, 2019, Київ). – С. 174 –175.;

8. Дата видачі завдання «28» жовтня 2019 р.

#### Календарний план

№ з/п	Назва етапів виконання магістерської дисертації	Термін виконання етапів магістерської дисертації	Примітка
1	Обґрунтування інноваційних змін, затвердження технологічної схеми	29.10 – 04.11	
2	Оформлення вимог до сировини, хімікатів та готової продукції; представлення вихідних даних та блок-схеми для розрахунку матеріального балансу води та волокна	05.11 – 11.11	
3	Розрахунок та оформлення матеріального балансу; розрахунок основного технологічного обладнання	12.11 – 18.11	
4	Опис будівельної частини. Розробка заходів з охорони довкілля	19.11 – 25.11	
5	Розробка стартап-проект. Загальне оформлення магістерської дисертації	26.11 – 12.11	

Студент

\_\_\_\_\_ К.А. Сокол

Науковий керівник дисертації

\_\_\_\_\_ І.В. Трембус

## РЕФЕРАТ

Магістерська дисертація: 99 стор., 26 табл., 9 рис., 11 першоджерел, 1 додаток

**Актуальність теми:** Одною із проблем целюлозно-паперової промисловості є висока забрудненість макулатури, що пов'язано із її багаторазовим використанням у виробництві. Окрім цього на багатьох підприємствах встановлено застаріле обладнання, яке споживає велику кількість електроенергії. Саме тому проведення досліджень з реконструкції є досить актуальним, адже реконструкції дозволять зменшити енерговитрати виробництва та покращити якість кінцевого продукту. Це дозволить покращити конкурентоспроможність на ринку.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами:** розробка інноваційних технологій рослинного ресурсозбереження № IXФ-2016-5.

**Мета дослідження:** реконструкція технологічного потоку з виробництва туалетного паперу з 100 % макулатури.

**Задачі дослідження:** проаналізувати діючу технологічну схему виробництва туалетного паперу з 100 % макулатури, визначити її недоліки. Запропонувати зміни в технологічному потоці. Оцінити переваги та недоліки запропонованої реконструкції. Розрахувати матеріальний баланс води та волокна, тепловий баланс. Провести розрахунки основного технологічного обладнання. Навести об'ємно-планувальне та конструктивне рішення будівлі. Навести заходи з техніки безпеки на виробництві. Розробити стартап-проект.

**Об'єкт дослідження:** технологічний потік виробництва паперу туалетного з 100 % макулатури.

**Предмет дослідження:** технологічні параметри процесу підготовки макулатурної маси, параметри процесів формування, пресування і контактної – конвективної сушіння паперового полотна.

**Методи дослідження:** теоретичні (обґрунтування реконструкції технологічного потоку виробництва; вибір обладнання) та математичні (розрахунок матеріального балансу води та волокна; розрахунок теплового балансу).

**Практичне значення одержаних результатів:** Розроблений технологічний потік з виробництва виробництва паперу туалетного з 100 % макулатури дозволяє покращити якість готової продукції.

**Публікації:**

1) Стечак І.А., Сокол К.А., Трембус І.В. Вдосконалення схеми підготовки макулатурної маси // Збірник тез доповідей XVII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада, 2019, Київ). – С. 172 –173.;

2) Сокол К.А., Трембус І.В. Вдосконалення процесу очищення вторинної сировини // Збірник тез доповідей XVII Міжнародної науково-практичної конференції студентів, аспірантів і молодих вчених "Ресурсозберігаючі технології та обладнання" (25-26 листопада, 2019, Київ). – С. 174 –175.;

МАКУЛАТУРА, ФЛОТАЦІЙНА УСТАНОВКА, ГІДРОРОЗБИВАЧ, ФРАКЦІОНАТОР, ПАПЕРОРОБНА МАШИНА, ПРЕСУВАННЯ, КОНТАКТНО-КОНВЕКТИВНЕ СУШІННЯ, ПАПІР ТУАЛЕТНИЙ

## ABSTRACT

Master's thesis: 99 p., 26 tabl., 9 fig., 11 primary sources, 1 annex

**Actuality of theme:** One of the problems of the pulp and paper industry is the high pollution of wastepaper associated with its repeated use in production. Many businesses also have outdated equipment that consumes a lot of electricity. That is why the research on reconstruction is very relevant, because the reconstruction will reduce the energy consumption of production and improve the quality of the final product. This will improve the competitiveness of the market.

**Connect of work with scientific programs, plans, themes:** development of innovative technologies of plant resource conservation №FCE-2016-5.

**Purpose of the research:** reconstruction of the technological stream for the production of toilet paper from 100% wastepaper.

**Tasks of the research:** to analyze the current technological scheme of production of toilet paper from 100% waste paper, to identify its disadvantages. Suggest changes to the workflow. Assess the advantages and disadvantages of the proposed renovation. Calculate material balance of water and fiber, thermal balance. To carry out calculations of the main technological equipment. Provide a three-dimensional planning and design solution for the building. Provide industrial safety measures. Develop a startup project.

**The object of research:** technological flow of production of toilet paper with 100% waste paper.

**The subject of research:** technological parameters of process of preparation of waste paper, parameters of processes of forming, pressing and contact - convective drying of paper cloth.

**Methods of research:** theoretical (substantiation of reconstruction of technological flow of production, equipment selection) and mathematical (calculation of material balance of water and fiber, calculation of thermal balance).

**The practical importance of the results obtained:** developed technological flow to produce toilet paper with 100% waste paper can improve the quality of finished products.

**Publication:**

1) Stechak I, Sokol K, Trembus I. Improvement of waste paper preparation scheme // Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference of Students, Graduate Students and Young Scientists "Resource-saving Technologies and Equipment" (November 25-26, 2019, Kyiv). - P. 172 - 173;

2) Sokol K., Trembus I. Improvement of the Secondary Raw Materials Purification Process // Proceedings of the XVIII International Scientific and Practical Conference of Students, Graduate Students and Young Scientists "Resource-saving Technologies and Equipment" (November 25-26, 2019, Kyiv). - P. 174-175;

WASTEPAPER, FLOTATION, HIDRONIZER, FRACTIONATOR,  
PAPERMAKING MACHINE, PRESSING, CONTACT-CONVECTIVE DRYING,  
TOILET PAPER

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	9
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ.....	11
1 ІННОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА .....	12
САНІТАРНО – ГІГІЄНІЧНОГО ПАПЕРУ .....	12
2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА .....	17
2.1 Стандарти та технічні умови на сировину, хімікати та готову продукцію.....	17
2.2 Технологічна схема виробництва санітарно-гігієнічного паперу.....	24
2.3 Матеріальний баланс виробництва продукції.....	33
2.4 Розрахунок основного технологічного обладнання .....	61
2.5 Розрахунок теплового балансу .....	70
3 ОБ’ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ ТА КОНСТРУКТИВНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ ..	74
4 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ.....	76
5 СТАРТАП ПРОЕКТ .....	82
5.1 Опис ідеї проекту .....	82
5.2 Технологічний аудит ідеї проекту.....	82
5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту.....	83
5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту .....	89
5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту.....	91
5.6 Висновки .....	92
ВИСНОВКИ.....	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	94
ДОДАТОК А.....	95



## ВСТУП

Щодня у світі зростає обсяг використання паперової та картонної продукції населенням. В Україні целюлозно-паперова промисловість (ЦПП) має переважно переробний характер, адже більшість підприємств використовує імпортовану сировину для виготовлення паперу та картону. Існує безліч видів продукції целюлозно-паперової промисловості, і одним із них є санітарно-гігієнічний папір, що відноситься до продукції побутового призначення.

Попит на папір побутового призначення має незмінно високий рівень, саме тому вітчизняні підприємства постійно намагаються вдосконалити свої виробництва задля підвищення якості вихідної продукції та здешевлення процесу виробництва. У зв'язку із цим, картонні та паперові виробництва часто використовують для виробництва вторинну сировину, зокрема, макулатуру. Макулатура, що використовується для виробництва паперу побутового призначення повинна бути ретельно очищена та мати високі паперотворчі властивості.

Одним з найбільших в Україні підприємств з виготовлення паперової та картонної продукції є - ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат». Близько 700 компаній України і низки країн СНД і далекого зарубіжжя щорічно купують продукцію Київського картонно-паперового комбінату. У тару з гофрованого картону Київського КПК запаковується продукція провідних брендів України і транснаціональних компаній. Коробковий (пакувальний) картон, що випускається комбінатом, застосовують для виготовлення споживчої упаковки різноманітних товарів. Високу якість паперу tissue оцінили багато виробників продукції санітарно-гігієнічного і господарського призначення, а паперові вироби під торговою маркою Диво, Обухівський Soffione стали популярними на ряду з широковідомим брендом туалетного паперу Обухів 65 [1].

Папір санітарно-гігієнічного призначення є однією із ключової продукції, що випускається на ПрАТ «Київський картонно-паперовий комбінат». Саме

тому реконструкція технологічного потоку виробництва, що є темою магістерської дисертації, є доволі актуальним питанням на сьогодні. При цьому важливими критеріями реконструкції є покращення якості вихідної продукції та зменшення вартості процесу виробництва [1].

## **ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ**

ЦПП – целюлозно - паперова промисловість

ВНФ – волокнистий напівфабрикат

°ШР – градус Шоппер-Ріглера

ПРМ – папероробна машина

ГРВ – гідророзбивач вертикальний

ГРГ – гідророзбивач горизонтальний

УВК – установка вихрових очисників

# **1 ІННОВАЦІЇ В ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОБНИЦТВА САНІТАРНО – ГІГІЄНІЧНОГО ПАПЕРУ**

В Україні для виготовлення картонної та паперової продукції більшість виробництв використовують вторинну сировину, а саме, макулатуру. Більшість підприємств прагнуть проводити більш ретельне очищення макулатури, змінювати технологію виробництва паперу та проводити різні реконструкції існуючих технологічних потоків [6].

ПрАТ “Київський картонно-паперовий комбінат” – одне з найбільших підприємств Європи з випуску картонно-паперової продукції, є частиною австрійської компанії Pulp Mill Holding. У загальному випуску целюлозно-паперової продукції в Україні частка комбінату складає близько 30 %. Основною сировиною для виробництва є макулатура. Потужність з переробки вторинної сировини становить понад 1500 т на добу [1].

Головними завданнями підприємства є підтримання статусу лідера з виробництва паперової продукції та постійне вдосконалення задля покращення якості продукції та здешевлення процесу виробництва. Дана магістерська дисертація спрямована на вирішення цих завдань. Головним завданням магістерської дисертації є запропонувати проведення реконструкції технологічного потоку з виробництва санітарно-гігієнічного паперу, що дозволить забезпечити продуктивність потоку 55 000 т/рік, покращивши якість продукції за рахунок зниження енергозатрат [1].

Беручи до уваги, що метою реконструкції є вирішення проблем переробки макулатури та покращення якості кінцевої продукції пропонується:

1. Для видалення забруднюючих включень із макулатури розмірами до 500 мкм та видалення типографської фарби встановити установку Deinking EcoCell with Low Energy Flotation (рис. 1.1). LowEnergyFlotation (LEF) - це запатентована низькоенергетична тонка флоатація з мінімальною втратою волокна. Ефективно видаляє чорнило і гідрофобні забруднення з макулатури [2].

Дана реконструкція дозволяє не лише покращити очистку макулатури перед її переробкою, а і зменшити витрати на виробництво, адже установка характеризується високою ефективністю видалення забруднень з одночасною економією енергії до 50 %. Застосування такого обладнання дозволяє покращити обробку відходів, стоків і скорочує споживання свіжої води, також сприяє зменшенню витрат тепла на сушіння, не відбувається забивання пресових сукон, зменшується засмічення паперу. Окрім цього установка не потребує технічного обслуговування, оскільки володіє самоочисною системою [2].

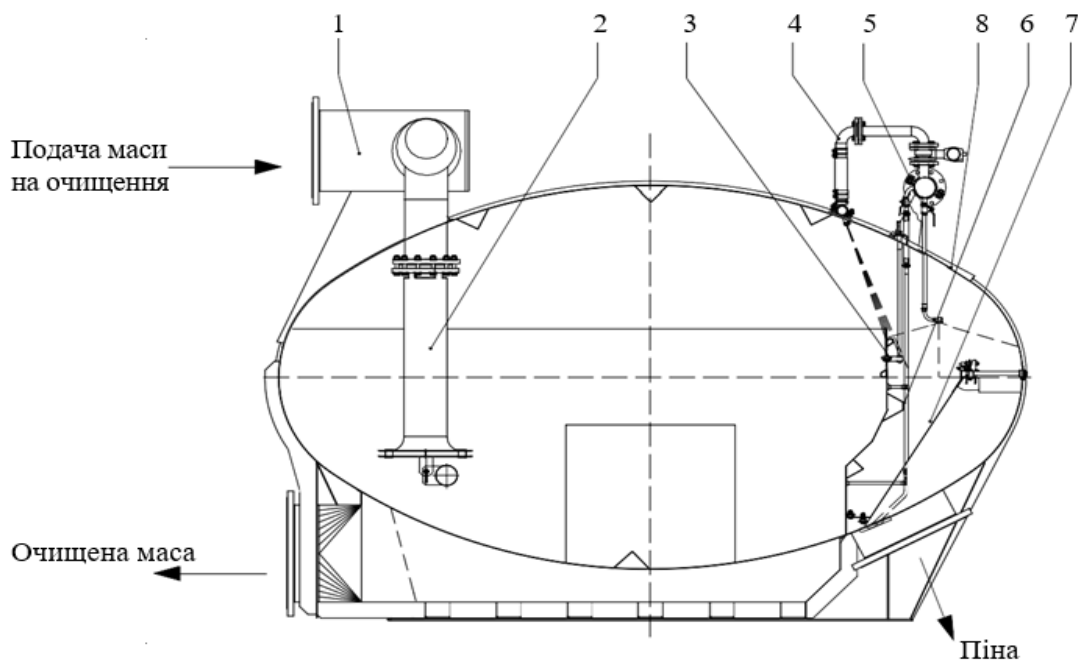


Рисунок 1.1 - Флотаційна установка Deinking EcoCell with Low Energy Flotation фірми «Voith» : 1 – розподільний трубопровід; 2 – дифузор; 3 – рівень переливу; 4 - пристрій для очищення; 5 – спорски; 6 - пристрій для промивання (датчик); 7 - рівень переливу піни; 8 – оглядовий люк.

2. Подрібнення волокна і накопичення ще більш дрібних його фракцій суттєво знижує здатність маси до зневоднення та призводить до додаткової витрати значної кількості енергії на розмелювання. Тому дуже актуальною є схема підготовки макулатурної маси, коли в процесі її сортування здійснюється фракціонування волокна. Після чого розмелювання відбувається за окремих

режимів або ж розмелюванню піддається лише довговолокниста фракція. Завдяки цьому, можна знизити витрату електроенергії до 25 % та підвищити показники міцності паперу до 20 %. При використанні фракціонатора типу TamScreen TS12 (рис. 1.2) на млин буде надходити лише довговолокниста фракція, що суттєво знизить витрати електроенергії на розмелювання та, в подальшому, дозволить покращити якість кінцевої продукції. [6].

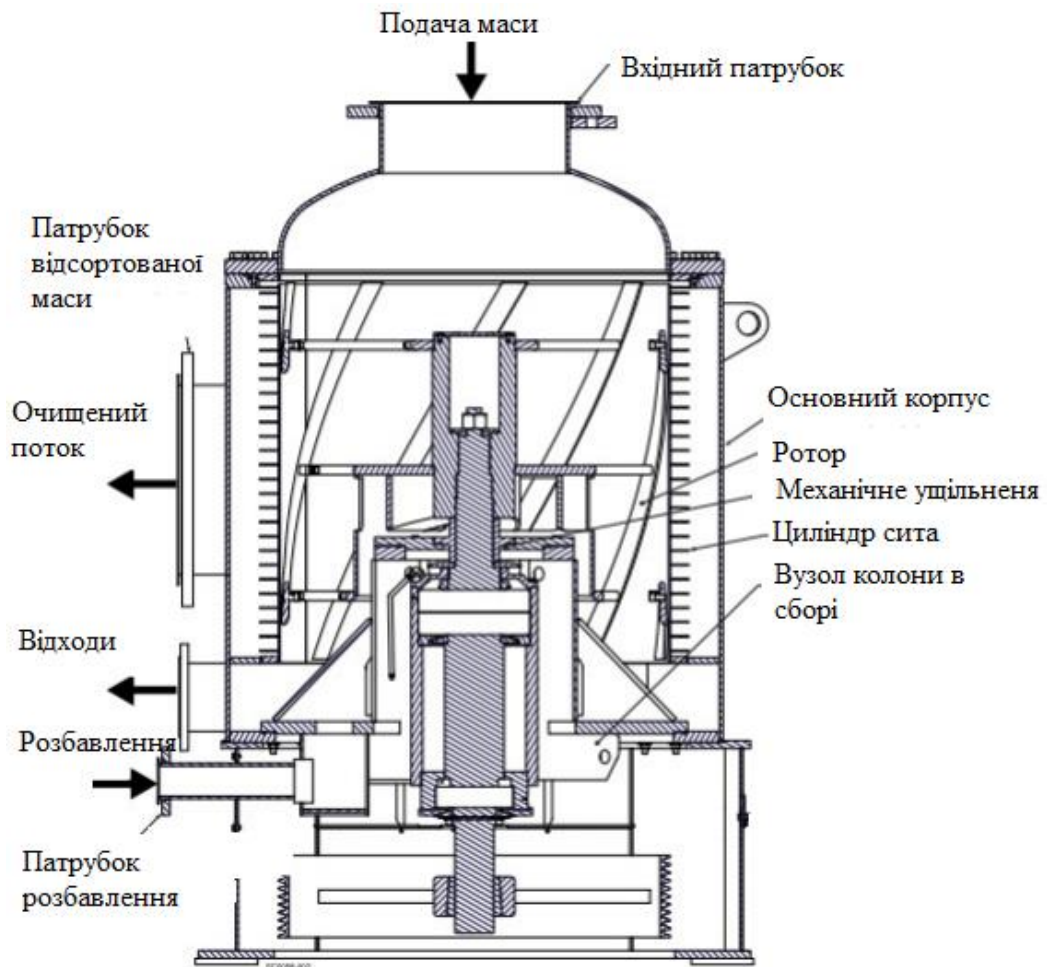


Рисунок 1.2 - Фракціонатор типу TamScreen TS12

Напірна щільова сортувалка TamScreen TS12 має щілинні отвори розміром 0,2 мм. Завдяки осьовому надходженню маси забезпечується її рівномірний розподіл. Після сортування отримуємо коротку фракцію та відходи у вигляді довгої фракції. Далі волокно різних фракцій піддається підготовці за окремими схемами [6].

3. Пропонується замінити згущувачі, що встановлені на потоці виробництва туалетного паперу, на дисковий фільтр DF-370 безсітковий. Це

дозволить на виході отримати без розведення масу із концентрацією 12-17 % та розділити обігову воду на мутний та світлий фільтрат.

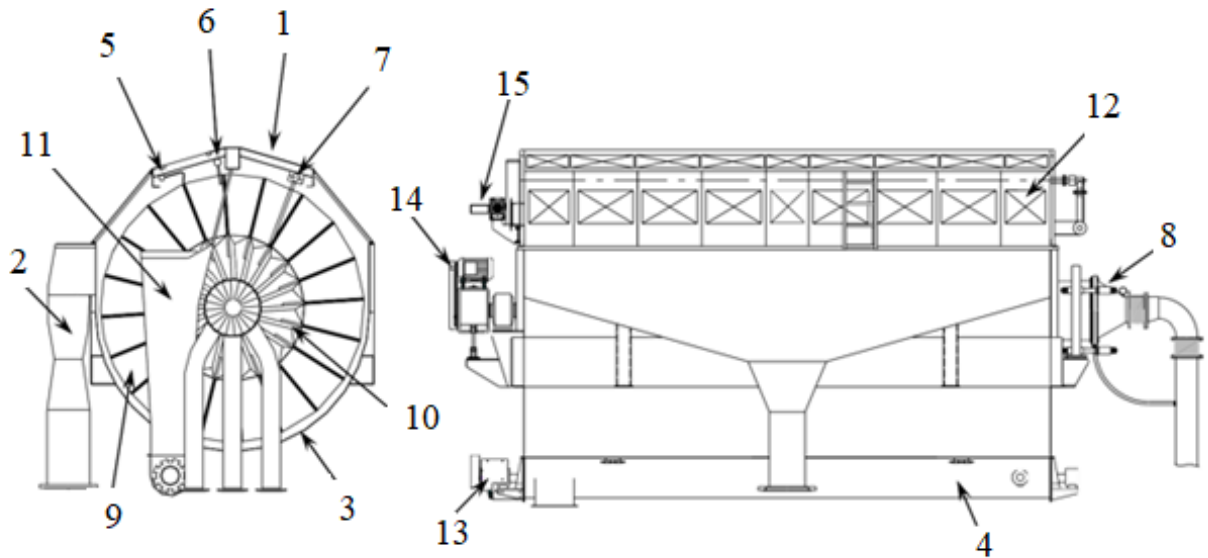


Рисунок 1.3 – Дісковий фільтр DF370: 1 – кожух; 2 – камери подачі маси; 3 – ванна дискового фільтра; 4 – репульпатор; 5 – зволожуючі спорски; 7 – спорски очищення; 8 – клапан фільтрату; 9 – фільтраційний диск із сигментів; 10 – центральний вал; 11 – лоток згущеної маси; 12 – оглядовий люк; 13 – привід репульпатора; 14 – головний привід; 15 – привід очищуючих спорсків.

Згідно із сучасними принципами фільтрації, диски фільтра встановлені на горизонтальному центральному валу. Центральний вал встановлений у чані. На вихідному кінці валу змонтовано клапан фільтрату із перемичками для сепарування різних зон фільтрації і зносостійкими елементами. До клапану фільтрату приєднано барометричну камеру, що створює вакуум. Зовнішня камера підключена до фільтру, з неї маса рівномірно надходить на фільтрацію. При обертанні дискового фільтру в суспензію занурюються сегменти. Для створення пористого волокнистого шару, що, в подальшому, покращить процес фільтрації, під дією сили тяжіння починається формування папки волокнистої маси та видаляється попередній фільтрат. Далі фільтрація проходить за дії

вакууму, завдяки чому, отримується чистий фільтрат та досягається більш висока продуктивність. Після цього відділяється прозорий та надпрозорий фільтрат [9].

Для просушування повітря засмоктується через папку волокнистої маси. А залишки фільтрата видаляються із сегмента. Після сушіння знімається вакуум та відбувається промивання дисків водою для видалення залишків маси. Через вертикальні канали між дисками маса надходить на конвеєрний шнек. Промивання фільтру відбувається осцилюючим спорском [6].



## 2 ТЕХНОЛОГІЧНА ЧАСТИНА

### 2.1 Стандарти та технічні умови на сировину, хімікати та готову продукцію

Для виробництва туалетного паперу марки ТМ використовують макулатуру згідно ДСТУ 3500, крім марок МС-11В, МС-12В [3].

Макулатура кожної групи залежно від складу, джерел надходження, кольору і здатності до розпуску поділяється на марки згідно з табл. 2.1.

Таблиця 2.1

Група	Марка	Склад
	МС-1А-1	Відходи перероблення білого непігментованого паперу із 100 % біленої целюлози без друку та лініювання, без ламінованого, лакованого, парафінованого та іншого покриття і просочення (синтетичними смолами, парафіном, воском, жироподібними речовинами тощо): папір для друку, малювання, писальний, креслярський, санітарно-гігієнічного призначення та інші види білого паперу без гільз.
	МС-1А-2	Відходи перероблення білого паперу із 100 % біленої целюлози, в тому числі пігментованого, без друку та лініювання, без ламінованого, лакованого, парафінованого та іншого покриття і просочення (синтетичними смолами, парафіном, воском, жироподібними речовинами тощо): папір для друку, малювання, писальний, креслярський та інші види білого паперу без гільз.
	МС-2А-1	Відходи перероблення білого паперу різного за складом, з лініюванням або без нього (крім газетного) без пігментованого покриття, без покриття і просочення

А		синтетичними смолами, парафіном, воском, жироподібними речовинами тощо та без ламінування.
	МС-2А-2	Відходи перероблення білого паперу (крім газетного) з лініюванням, кольоровою смужкою (площа друку не більше 20 % площі поверхні), у тому числі з пігментованим покриттям, але без покриття і просочення та без ламінування.
	МС-3А	Відходи виробництва, перероблення та споживання продукції із небіленої целюлози: - паперу: для гофрування (флютинг); пакувального; шпагатного; патронного; мішкового; основи абразивного; основи для клейової стрічки; - картону: для плоских шарів гофрованого картону (крафт-лайнер) та інших видів; перфокарт; паперового шпагату та інших видів. Відходи виробництва мішків паперових невологоміцних (без бітумного просочування, прошарку і армованих шарів)
	МС-4А	Використані мішки паперові невологоміцні (без бітумного просочування, прошарку і армованих шарів)
Б	МС-5Б-1	Відходи виробництва, перероблення та споживання гофрованого картону та гофротара із небіленої целюлози
	МС-5Б-2	Відходи виробництва та перероблення гофрованого картону різного сировинного складу та гофротара, яка не була у використанні
	МС-5Б-3	Гофрокартон та гофротара всіх видів з друком та без нього після використання
	МС-6Б-1	Відходи перероблення картону із біленої целюлози без друку

	МС-6Б-2	Відходи перероблення картону із біленої целюлози з чорно-білим та кольоровим друком
	МС-6Б-3	Відходи перероблення та споживання картону всіх видів (крім електроізоляційного, покрівельного та взуттєвого), у тому числі з чорно-білим та кольоровим друком
	МС-7Б-1	Відходи виробництва поліграфічної галузі: обрізки, книги, журнали, брошури, проспекти, каталоги та інші види продукції без оправлення; нереалізовані книги, журнали, брошури, проспекти, каталоги, блокноти, зошити, записні книжки, плакати та інші види друкованої продукції і паперових білових товарів, які видано на білому папері, крім газетного з однофарбовим та кольоровим друком, без твердого приклеєного оправлення, палітурок, обкладинок та корінців
	МС-7Б-2	Використані книги, журнали, брошури, проспекти, каталоги, блокноти, зошити, записні книжки, плакати та інші види друкованої продукції і паперово-білових товарів, які видано на білому папері, крім газетного з однофарбовим та кольоровим друком, без твердого приклеєного оправлення, палітурок, твердих обкладинок та корінців
В	МС-8В-1	Відходи перероблення газетного паперу без друку
	МС-8В-2	Відходи газетного паперу з друком та нереалізовані тиражі газет
	МС-8В-3	Газети, що були у використанні
	МС-9В	Паперові та картонні гільзи, шпулі, втулки (без стрижнів і корків, без покриття і просочення)

	МС-11В	Відходи перероблення та споживання картону і паперу різноманітних видів та кольорів, окрім чорного та коричневого: санітарно-гігієнічного призначення, обкладинкового, світлочутливого, в тому числі задрукованого на апаратах розмножувальної техніки або принтерах, афішного, шпалерного (без покриття), пачкового, шпульного, фільтрувального тощо
Г	МС-12Г	Відходи виробництва, перероблення та споживання паперу, картону та гофрокартону з просоченням і покриттям, в тому числі вологоміцні, ламіновані, проклеєні спеціальними клеями; паперові мішки, виготовлені з паперу зазначених видів; електроізоляційний папір та картон, шпалери, книги, журнали, надруковані на лакованому папері
	МС-13Г	Відходи виробництва, перероблення та споживання паперу та картону чорного і коричневого кольорів, папір копіювальний, для обчислювальної техніки, папір пігментований і ґрунтований, покрівельний картон тощо
	МС-14Г	Відходи банкнотного паперу і банкнот, зношені банкноти
<p><b>Примітка 1.</b> За узгодженням із споживачем допускається у складі макулатури марки МС-4А наявність паперових мішків з-під каоліну, цементу, соди, азбесту, гіпсу, мінеральних добрив та інших нетоксичних продуктів без залишку речовин.</p> <p><b>Примітка 2.</b> За узгодженням із споживачем допускається у макулатурі марок МС-5Б-2 та МС-5Б-3 наявність етикеток, торговельних ярликів та паперової клейової стрічки, які важко відокремлюються, крім полімерних стрічок.</p>		

В якості хімікатів для виробництва туалетного паперу із 100 % макулатури використовують Водамін – 115, Полвак - 40 та Біоцид (Fennocide BZ26).

Смола Водамін –115 повинна відповідати технічним умовам згідно ТУ У 6-00209355. 081-2001 [4]. Смола ВОДАМІН - 115 повинна відповідати вимогам технічних умов, виготовлятися за технологічним регламентом. За фізико-хімічними показниками смола ВОДАМІН - 115

Таблиця 2.2 – Показники якості смоли Водамін – 115

Назва показнику	Норма
1. Зовнішній вигляд	Прозора світло-жовта рідина
2. Масова частка нелетючих речовин (сухого залишку), %	14,0-16,0
3. Масова частка азоту ( з розрахунком на сухий залишок), %: - по мікрометоду - по методу Кельдаля	12,0-16,0 11,5-14,0
4. Динамічна в'язкість при (25,0±0,1) °C, мПа*с	6-25
5. Реакція середовища, рН	3,5-5,5

Коагулянт «Полвак - 40» надходить у товарному вигляді згідно ТУ.У.19155069.001-1999. В готовому стані коагулянт надходить до баку, який має «0» позначку. З баку коагулянт дозується насосом SEEPEx до потоку надлишкової води ПРМ-2 після дугових сит через розподільувач інжекторного впорскувача, для уловлювання зважених домішок.

Фізико-хімічні властивості коагулянту Полвак – 40 наведено в табл. 2.3

Таблиця 2.3 – Характеристика коагулянту Полвак - 40

№ п/п	Назва показника	Норма
1	Зовнішній вигляд	Зеленувато-жовта рідина, допускається наявність інших відтінків та помутніння
2	Масова частка основної речовини в перерахунку на $Al_2O_3$ ,%, не менше	15
3	Відносна лужність, %	35-45
4	Щільність при 20 ° С, г/см <sup>3</sup>	1,23-1,40
5	Масова частка нерозчинного у воді осаду, %, не більше	0,3
6	Масова частка хлоридів, %	5-20

Біоцид Fennocide BZ26 - захисний засіб широкого спектру дії, особливо ефективний проти бактерій і грибків. Fennocide BZ26 може застосовуватися як захисний засіб для рідких мас наповнювачів і пігментів, а також покриваючих барвників, що містять крохмаль і кальцій

Суміш наступних активних речовин :

2.2-дибром-3-нитрилпропионамид

2-бром-2-нітропропан-1.3-диол

5-хлоро-2-метил-4-ізотіазолін-3-он

2-метил-4-ізотіазолін-3-он

Прозора жовтувата рідина.

Щільність 1,27 - 1,31 кг/м<sup>3</sup>

pH (розчин 5%) 4,6 - 4,9

В'язкість 150 мПас

Водорозчинність повна

Сумісні матеріали, обладнання та зберігання продукта в концентрованій формі Fennocide BZ26 викликає корозію більшості металів. Рекомендовані матеріали для дозуючого обладнання, ємностей зберігання, трубопроводів – поліетилен високого тиску та тефлон.

В якості готової продукції є туалетний папір марки ТМ-32. Туалетний папір повинен відповідати ДСТУ 4266 :2003. Технічні характеристики паперу наведено у таблиці 2.4 [5].

Таблиця 2.4 - Показники якості паперу туалетного

Найменування показника	Норма для паперу марки згідно ДСТУ 4266:2003			Метод випробування
	ТМ-23	ТМ-27	ТМ-32	
1. Маса паперу площею 1м <sup>2</sup> , г	23,0 <sup>+</sup> <sub>-2,0</sub> <sup>+2,0</sup>	27,0 <sup>+</sup> <sub>-2,0</sub> <sup>+2,0</sup>	32,0 <sup>+</sup> <sub>-3,0</sub> <sup>+5,0</sup>	ДСТУ 2297-93
2. Ступінь крепування %, не менше	10,0	10,0	10,0	ДСТУ 2334-94, п.5.6
3. Руйнівне зусилля, Н, не менше				ДСТУ 2334-94 п.5.8
- машинному напрямку	1,7	2,4	3,0	
- в поперечному напрямку	1,0	1,4	1,7	
4. Капілярне всмоктування в середньому з двох напрямків, мм, не менше	30	30	22	ГОСТ 12602-93
5. Масова частка золи, %, не більше	4,0	4,0	4,0	ГОСТ 7629-93
6. Вологість, %	6,0±2,0	6,0±2,0	6,0±2,0	ГОСТ 13525.19-91

## 2.2 Технологічна схема виробництва санітарно-гігієнічного паперу

На рис. 2.1 зображено технологічну схему з виробництва туалетного паперу з макулатури.

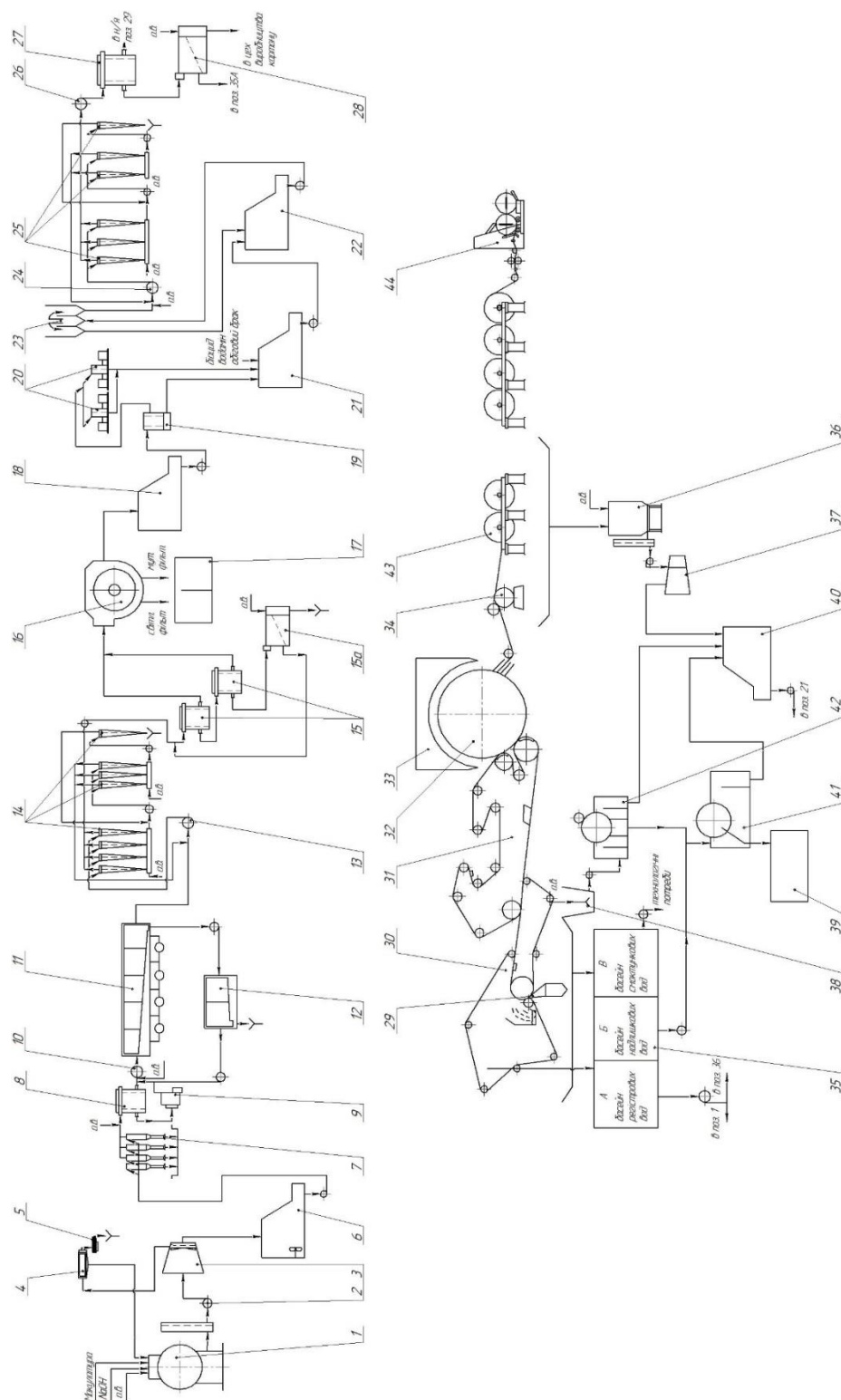


Рисунок 2.1 – Технологічна схема виробництва туалетного паперу з макулатури



## Підготовка макулатурної маси

Підготовка макулатурної маси включає такі етапи: розпускання, очищення від грубих та дрібних механічних включень, згущення, фракціонування, акумулювання та розмелювання.

Макулатура марок МС-6Б, МС-7Б, МС-8В та МС-11В зі складу за допомогою транспортера подається до гідророзбивача ГРГм-40 (1), з горизонтальним розміщенням валу ротору з шлюзом для видалення важких відходів. Об'єм ванни гідророзбивача становить  $40 \text{ м}^3$ , масова частка волокна під час періодичного розпускання 3,5 %.

Маса з концентрацією 3,5 % з гідророзбивача поступає у фایберайзер (3) для безперервного очищення. Сортувальна сітка файберайзеру має діаметр отворів 8 мм. На цьому етапі відбувається очищення макулатури від таких домішок: дрібні металеві та мінеральні включення, фольга, ганчір'я, пластик, гума та ін.

Відходи сортування надходять до барабану OBN-1 (4), що використовується для згущення та зневоднення відходів сортування до концентрації 15 %.

Після цього відбувається остаточне зневоднення відходів сортування на зневоднюючому пресі OLV-600 (5). Відпресовані відходи з концентрацією 65 % надходять на конвеєрну стрічку, після чого у бункер відвалу.

Очищена від важких включень маса надходить із файберайзеру до басейну (6)  $V=180 \text{ м}^3$  з циркуляційним пристроєм, далі маса з масовою часткою волокна 3,5 % подається насосом на чотири очисника маси високої концентрації OM-02M (7). Після OM-02 маса подається на сортування до сортувалки VDT-40 (8) (фірми «Parcel»), маса під тиском входить у вихрову напірну сортувалку-доволокнювач. Частинки, що мають діаметр менше отворів сортувального сита, відокремлюються і під тиском надходять до патрубку виходу якісної маси.

Забруднення із нерозволокненими частинами і залишком волокон під тиском надходять до вихрового сепаратора відходів VSV-30 (фірми «Parcel») (9),

в якому проходить розволокнення залишків матеріалу та відокремлення волокон від домішок, які уловлюються в робочій камері.

Доочищена маса розбавляється обіговою водою, яка подається на всмоктувальний бік насоса, розбавлена маса до концентрації 1 % подається на 1 ступінь флотаційної установки Deinking EcoCell with Low Energy Flotation (11), де очищається від типографської фарби та інших домішків.

Перший ступінь флотаційної установки Deinking EcoCell with Low Energy Flotation складається з декількох послідовно встановлених флотаційних комірок. Очищена суспензія маси відводиться із дна первинної комірки і подається через вентиляційну установку в другу флотаційну комірку і т. д., до останньої комірки.

Піна з першого ступеня і другого ступеня збирається у відповідних пінозбірних жолобах окремо, де проводиться гасіння піни за допомогою спорскової води.

Піна з першого ступеня поступає через зливний трубопровід для піни в пінозбірник, після чого у встановлений циклон-деаератор. Первинна піна, що зазнала деаерації, перекачується з пінозбірного резервуара до другого ступеня.

На другому ступені флотаційної установки проводиться регенерація більшої частини волокна з первинної піни і подається знову подається знову на першу ступінь. Очищена маса поступає на 1-ий ступінь установки вихрових конічних очисників (УВК), де відбувається очистка від важких включень.

Відходи з 1-го ступеня подаються на очищення до 2-го ступеня. Очищена маса з 2-го ступеня подається на 1-ий ступінь, а відходи подаються на 3-ю ступінь очищення. Очищена маса з 3-го ступеня направляється на 2-гу ступінь очищення, а відходи направляються у відвал.

В процесі тонкого сортування здійснюється видалення з потоку маси дрібних включень. Очищена маса після центриклинного очищення подається на первинну сортувалку. Придатна маса первинної сортувалки поступає на згущення до дискового фільтру (16). Відходи первинної сортувалки подають насосом на вторинну сортувалку. Відсортована маса вторинної сортувалки поступає на згущення, а відходи подають на третинну сортувалку (15a).

Відсортована маса після напірних сортувалок СНС-0,5-50 насосами подається на дисковий фільтр DF 370 (16). При обертанні дискового фільтру в суспензію занурюються сегменти. Для створення пористого волокнистого шару, що, в подальшому, покращить процес фільтрації, під дією сили тяжіння починається формування папки волокнистої маси та видаляється попередній фільтрат. Далі фільтрація проходить за дії вакууму, завдяки чому, отримується чистий фільтрат та досягається більш висока продуктивність. Після цього відділяється світлий та мутний фільтрат, який направляється у басейн обігової води (17). Маса із концентрацією 3,5 % надходить в басейн згущеної маси місткістю 180 м<sup>3</sup> (18). Маса з басейну насосом подається на фракціонатор типу УСМ (19), де вона розділяється на фракції. Довговолокниста фракція надходить на дискові млини, а коротковолокниста – подається в басейн розмеленої маси.

Маса через регулятор концентрації насосом подається на послідовно підключені дискові млини МДС-24 (20). Ступінь млива на цьому етапі становить 38 °ШР. Розмелена маса надходить до композиційного басейну (21) до якого також додається обіговий брак 7%, біоцид, водамін-115. з якого насосом подається до машинного басейну (22). Концентрація маси в машинному басейні становить 3,5%.

### **Підготовка маси перед ПРМ**

Маса через регулятор концентрації поступає в бак постійного рівня (23), після чого через витратомір та дозуючу засувку маса надходить до змішувального насоса І-го ступеня розведення (24), де розводиться реєстровою водою до масової частки волокна 0,7304 %. До басейну з реєстровими водами також подається піногасник.

Розведена маса насосом подається на очищення в установку вихрових конічних очисників УВК-700 (25) 1-го ступеня. Очищена маса з 1-го ступеня очищення подається на усмоктувальний патрубок насоса 2-го ступеня розведення, де розводиться обіговою водою.

Відходи 1-го ступеня УВК-700 з масовою часткою волокна 0,7 % з колектора відходів, розведені обіговою водою, подаються насосом на 2-ий ступінь очищення. Очищена маса подається на вхід змішувального насоса 1-го ступеня очищення, а відходи з колектора відходів, розведені реєстровою водою, подаються насосом на 3-ий ступінь очищення. Очищена маса від 3-го ступеня очищення подається на вхід насоса 2-го ступеня очищення, а відходи, промиті водою від волокна скидаються в каналізацію.

Через тангенціально розташований штуцер маса подається у верхню частину вузловловлювача (27) з концентрацією 0,6020. Під дією відцентрової сили важкі включення відкидаються до зовнішньої сітки корпусу, опускаються вниз в жолоб важких відходів.

Очищена маса, під дією напору та лопатей ротора проходить через отвори сит і виходить із апарата через загальний штуцер. Відходи, які не пройшли через сито, опускаються вниз та видаляються через спеціальний штуцер з заслінкою і надходять на плоску вібраційну сортувалку (28). Відокремлене на сортувалці волокно разом з водою, направляються у збірник реєстрових вод.

### **Відливання паперового полотна**

Напірний ящик (29) папероробної машини Б-83 (ПРМ) з сопловим (щілинним) пристроєм, дозволяє отримати потік маси з рівномірним розподіленням волокна за шириною сіткової частини (30), ширина ящика 4390 мм.

Напускний пристрій складається з двох пластин, які називаються «губами». Для досягнення рівномірного розподілення маси уздовж усієї ширини ПРМ, напускний пристрій обладнано розподільним пристроєм, який забезпечує гідравлічну стабілізацію потоку.

Для регулювання та вимірювання зазору для випускання (товщини струменю), за допомогою пневмодвигуна переміщається пересувна плита, на яку насаджена нижня «губа».

Ширина зазору може змінюватися від 5 мм до 30 мм. Потік волокнистої суспензії на виході з напускного щілинного пристрою рухається в напрямку до сітки під кутом таким чином, щоб 50% від маси потрапило до зазору між верхньою та нижньою сітками і далі за рахунок відцентрового зусилля - на верхню сітку, а 50 % - на формувальний вал. За рахунок відцентрового зусилля проходить формування та зневоднення паперового полотна. Швидкісний напір маси сприяє швидкому зневодненню та утворенню волокнистого шару (паперового полотна).

Зазор між грудним та формувальним валами регулюється від 5 мм до 40 мм за шкалою, в залежності від маси 1 м<sup>2</sup> паперу.

Видалена з сіткової частини вода надходить через корита до збірника реєстрової води (35). Розташування та швидкість верхньої сітки забезпечуються наявністю та дією п'ятих валів: грудний вал; сіткоповертальний вал; сіткотяговий вал з пристроєм натягу верхньої сітки; сіткотяговий вал з пристроєм регулювання положення верхньої сітки з маятниковим щупом; підвішений сіткотяговий вал.

Розташування та швидкість нижньої сітки забезпечуються чотирма валами: формувальний вал; вертикальний сіткотяговий вал; сіткотяговий вал з пристроєм натягу нижньої сітки; сіткотяговий вал з пристроєм регулювання положення нижньої сітки.

Формувальний вал, який жорстко закріплений в станині нижньої сітки, є приводним. Регулятор положення нижньої сітки, встановлено з лицевого боку на кронштейні, який в свою чергу, також розміщений на станині нижньої сітки.

Пристрій натягу нижньої сітки, як і для верхньої сітки, є рычагового типу. Він розміщений на супортах вертикального сіткотягового валика та приводиться в дію за допомогою пневматичного двигуна.

Вертикальний сіткотяговий вал встановлено на супортах над поперечною балкою. Знімання паперового полотна з нижньої сітки здійснюється перед цим валом. Паперове полотно передається з верхньої на нижню сітку за допомогою

розділювального смоктуна, підключеного до вакуумної системи. Вакуум в вакуумній камері розділювального смоктуна становить 1-5 кПа.

Розділювальний смоктун має дві щілини, які розділені планками та забезпечують прилягання полотна до нижньої сітки. Сухість паперового полотна становить 6,5 %.

Знімання паперового полотна з нижньої сітки та передавання його у пресову частину (31) виконується за допомогою вала «Пікап». Вал «Пікап», виготовлений з металу, без гумового покриття, має одну робочу камеру. Вакуум у робочій камері дорівнює 20:40 кПа (0,2:0,4 кг/см<sup>2</sup>).

### **Пресування паперового полотна**

Після валу «Пікап» паперове полотно з сухістю 20 % проходить відсмоктувальні ящики, де сухість полотна становить 12 %, і далі подається на І-ий гарячий прес.

На першому гарячому пресі відбувається подальше зневоднення паперового полотна за рахунок дії вакуума та притискання до лощильного циліндру. На першому пресі паперове полотно передається з пресового сукна на поверхню лощильного циліндру.

Для видалення води з сукна після першого та другого пресів встановлено дві щілинних сукномийки. Вода під тиском 0,2 - 0,4 мПа (2 - 4 кг/см<sup>2</sup>) подається насосом на сукномийку. Сухість паперового полотна після пресування становить 43 %.

### **Сушіння та крепування паперу**

Контактно-конвективне сушіння паперу здійснюється на крепувальному циліндрі (31) виробництва фірми «Фойт» діаметром 6000 мм, довжиною 4800 мм. Товщина стінки циліндру дорівнює 81 мм. Для нагрівання циліндра використовують пару під тиском 1,2 мПа (12 кг/см<sup>2</sup>);  $T = 191^{\circ}\text{C}$  (з теплопункту). Температура поверхні циліндру становить 105-120 °С.

Для інтенсифікації процесу сушіння паперу через високотемпературний конвективний теплообмін над сушильним циліндром встановлений ковпак

швидкісного сушіння (33). Діаметр припливних отворів 6 – 8 мм, швидкість гарячого повітря 112 м/с.

Нагрівання повітря здійснюється у двох топкових установках, які працюють на природному газі, теплотворна здатність якого становить 33,5 МДж/год.

Постачання свіжого повітря вентиляторами здійснюється через теплообмінник, яке подальше змішується з частиною циркуляційного повітря та за допомогою вентилятора через топкову камеру надходить до ковпака швидкісного сушіння.

Надлишок циркуляційного повітря проходить через калорифер, де підігріває свіжезабране повітря, та за допомогою вентиляторів в атмосферу. В скрубєрі проходить очищення гарячого повітря від пилу та охолодження до 30°C. Вода, яка подається на спринкери скрубєра, скидається в збірник реєстрової води. Сухість паперового полотна становить 96 %.

### **Різання паперу**

Після накату папероробної машини (34) рулони паперу діаметром 2200 мм та шириною 4250 мм подаються краном на розкат поздовжньорізного верстата С5-321 (43). На дворозкатному верстаті є можливість різати двошаровий папір. На розкаті рулони паперу розмотуються і папір подається на ножі поздовжнього різання (44), далі на тримальні вали, де встановлено в затискач картонну гільзу, і притискається прижимним валом.

Намотування паперу в рулони за виставленими форматами здійснюється при розмірах діаметра, не більш ніж 1540 мм.

Обрізання крайок, видалення дефектного паперу в місцях обривів здійснюється на розмотувально-намотувальному верстаті.

Перед виготовленням споживчих рулончиків зважені рулони паперу через апарат для спуску передаються до буферного складу.

## **Пакування та маркування**

Пакування та маркування рулонів паперу здійснюється згідно вимог ГОСТ 1641. Транспортне маркування здійснюється згідно вимог ГОСТ 14192 з використанням маніпуляційних знаків № 1, 3, 8.

У разі сертифікації маркування, яке характеризує продукцію, транспортне маркування та товаросупроводжувальна документація повинні містити знак відповідності згідно з ДСТУ 2296.

## **Використання відходів**

Технологічною схемою передбачене перероблення сухого та мокрого обігового браку. Мокрий брак концентрацією 0,8 % із гауч-мішалки (38) подається на згущувач (42), а потім в басейн обігового браку (40). Звідки через регулятор концентрації подається в композиційний басейн (21) в кількості не більше 7 %. Для розпускання сухого машинного браку, який утворився під час сушіння та оброблення паперу, встановлено гідророзбивач (36). Розпускання здійснюється з використанням обігової води із басейну реєстрових вод (35).

Далі, розпущена на волокна маса поступає на пульсаційний млин (37) для дорозпускання та поступає в басейн обігового браку (40), звідки через дозатор маса поступає в композиційний басейн (21).

## **Використання обігової води**

Регістрова вода, яка збирається під час зневоднення паперової маси на дуоформері, поступає до збірника реєстрових вод (35). Вона використовується для розведення маси в гідророзбивачах (поз.1, 36), гауч-мішалці (поз. 38) та в змішувальних насосах (поз. 10, 13, 24, 26).

З басейну сосунних вод вода подається на розведення в сортуючих пристроях (поз. 3, 8, 12, 13, 22, 25).

Надлишок реєстрової води переливається до басейну оборотної води, куди також надходить вода з підсіткової ванни (вода від спорсків).



### 2.3 Матеріальний баланс виробництва продукції

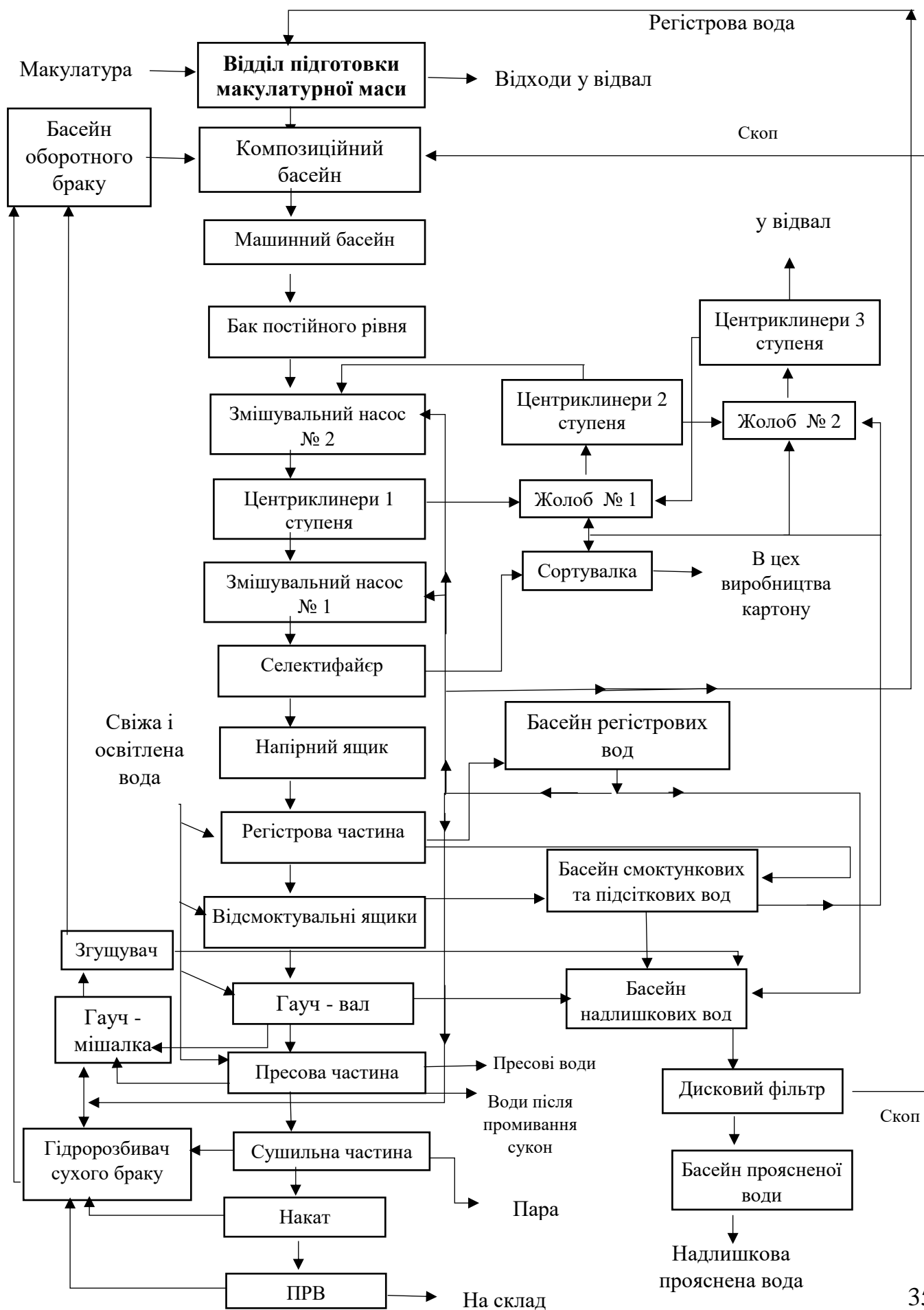
Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу води та волокна наведено в табл. 2.5.

Таблиця 2.5 – Вихідні дані для розрахунку матеріального балансу води і волокна

Найменування статей	Вихідні дані	
	Дані підприємства	Приймаємо до розрахунку
<b>1. Концентрація маси на різних стадіях виробництва, %</b>		
На накаті	94,0-96,0	96,0
Після пресів	38,0-42,0	43,0
Після вала «Пікап»	18,0-20,0	20,0
Після відсмоктувальних ящиків	10,0-12,0	12,0
Після реєстрової частини	2,5-3,8	6,5
В напірному ящику	0,5-0,65	0,5
В баці постійного рівня	3,2-3,5	3,50
В композиційному басейні	3,2-3,5	3,50
В машинному басейні	3,2-3,5	3,50
В басейні оборотного браку	3,2-3,5	3,50
Скоп після дискового фільтра	3,2-3,5	3,50
Згущувач	3,2-3,5	3,50
Гідророзбивач сухого браку	3,2-3,5	3,50
Гауч-мішалка	0,8-1,0	0,80
Басейн оборотного браку	3,2-3,5	3,50
Після селективайера	0,6-0,7	0,60
Після змішувального насоса №1	0,60-0,65	0,6020
Після змішувального насоса №2	0,70-0,75	0,7304
Після центриклинерів 1 ступеня	0,67-0,71	0,70
Після центриклинерів 2 ступеня	0,40-0,43	0,40
<b>2. Концентрація відхідних вод, %</b>		
Регістрова вода	0,17-0,20	0,1800
Підсіткові води	0,003-0,004	0,0040
Відсмоктувальних ящиків	0,10-0,12	0,10
Пресові води	0,10	0,10
Від промивання сітки	0,003-0,004	0,0040
Від промивання сукон	0,001	0,0010
Прояснених вод після дискового фільтра	0,001	0,0010
Від плоскої сортувалки	0,48-0,62	0,60
Згущувача	0,03-0,04	0,18

продовження табл. 2.5		
<b>3. Витрата свіжої та надлишкової води, л/т паперу</b>		
Свіжа вода на промивання сіток	15000,0	16500,0
Свіжа вода на спорски і відсічки відсмоктувальних ящиків	8500,0	850,0
Свіжа вода на промивання сукон	7000,0	9200,0
Свіжа вода на відсічки на гауч-валі	3000,0	8550,0
Надлишкова вода на сортувалку	900,0	3500,0
<b>4. Витрата хімікатів, л/т паперу</b>		
<b>5. Кількість браку, % від маси паперу</b>		
В процесі оброблення паперу	1,5	1,0
На накаті	2,5	1,0
В процесі сушіння паперу	2,0	2,0
Мокрий брак	2,0	1,5
Після гауч-валу	1,5	1,5
<b>6.Композиція паперу, %</b>		
Макулатура	100,0	100,0
<b>7. Концентрація відходів сортування, %</b>		
Відходи селектифайера	1,5	0,80
Центриклинерів 1 ступеня	1,1	1,20
Центриклинерів 2 ступеня	0,7	0,70
Центриклинерів 3 ступеня	0,72	0,67
Відходи плоскої сортувалки	4,0	4,00
Відходи відділу підготовки макулатурної маси		5,00
<b>8. Сухість початкових напівфабрикатів %</b>		
Макулатура	88,0	88,0
<b>9. Кількість відходів сортування, % (кг/т)</b>		
Цетриклинери 1 ступеня	5,0 %	5,00 %
Цетриклинери 3 ступеня	1,5 кг	0,99 кг
Селектифайер	1,0 %	1,10 %
Відділ підготовки макулатурної маси		6,50 %

## Блок-схема виробництва продукції із макулатури



Розрахунок матеріального балансу води і волокна проводимо, прив'язуючись до блоків і водопотоків згідно блок-схеми.

#### Склад готової продукції

На склад поступає 1000 кг паперу із заданою сухістю 96 %.

Отже, в ньому міститься: абсолютно—сухого волокна  $1000 \times 0,96 = 960$  кг, води  $1000 - 960 = 40$  кг.

Повздовжно-різальний верстат (ПРВ) З урахуванням 1% браку, що утворюється під час оброблення паперу ( $1000 \cdot 0,01 = 10$  кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на ПРВ повинно поступити  $1000 + 10 = 1010$  кг. В папері, що проходить через ПРВ міститься:

абсолютно—сухого волокна  $1010 \cdot 0,96 = 969,6$  кг,

води  $1010,0 - 969,6 = 40,4$  кг.

#### Накат

З урахуванням 1% браку, що утворюється під час намотування паперу ( $1000 \cdot 0,01 = 10$  кг) та надходить до гідророзбивача сухого браку, на накат повинно надійти  $1010 + 10 = 1020$  кг п/с паперу.

З урахуванням вологи, в папері, що проходить через накат, міститься:

абсолютно—сухого волокна  $1020 \cdot 0,96 = 979,2$  кг,

води  $1020 - 979,2 = 40,8$  кг.

#### Сушильна частина

З урахуванням 2% сухого браку через сушильну частину повинно пройти паперу:  $1020 + 20 = 1040$  кг.

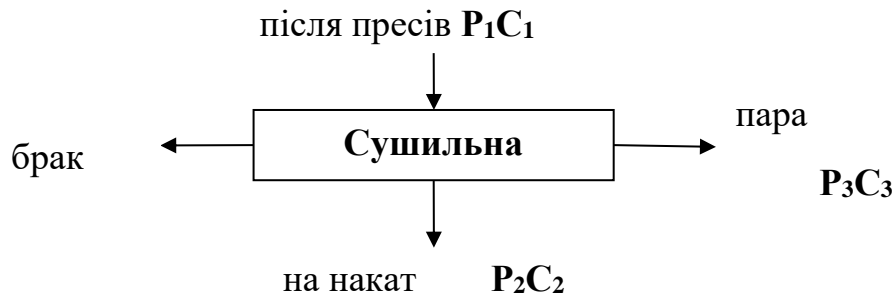
С сухим браком відійшло:

- волокна  $20 \cdot 0,96 = 19,2$  кг;

- води  $20 - 19,2 = 0,8$  кг.

Загальна кількість волокна, що надходить в сушильну частину  $979,2 + 19,2 = 998,4$  кг.

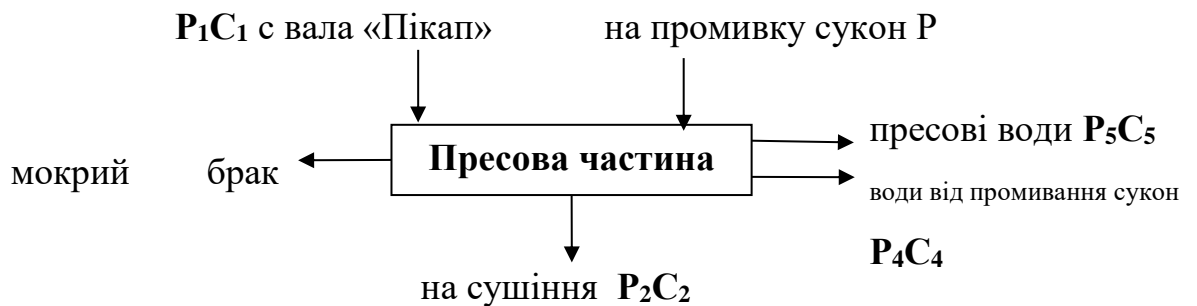
Для визначення кількості маси, що поступає в сушильну частину та кількості води, що випаровується в процесі сушіння паперу, складемо схему потоків в процесі сушіння:



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після пресів	2321,86	43,00	998,40	1323,46
Надійшло(всього)	<b>2321,86</b>		<b>998,40</b>	<b>1323,46</b>
На накат	1020,00	96,00	979,20	40,80
Втрати пару	1281,86	0,00	0,00	1281,86
В г/розб.сух.браку	20,00	96,00	19,20	0,80
Пішло (всього)	<b>2321,86</b>		<b>998,40</b>	<b>1323,46</b>

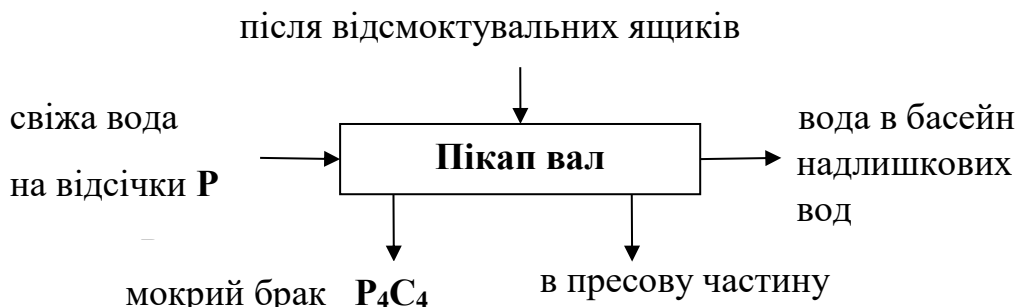
#### Пресова частина



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після вала «Пікап»	5038,18	20,00	1007,64	4030,55
Св.вода на пр.сукон	8550,00	0,00	0,00	8550,00
Надійшло(всього)	<b>13588,18</b>		<b>1007,64</b>	<b>12580,55</b>
На сушіння	2321,86	43,00	998,40	1323,46
Пресові води	2701,32	0,1000	2,70	2698,62
Води в/пром.сукон	8550,00	0,0010	0,09	8549,91
В г/зміш.мокр.браку	15,00	43,00	6,45	8,55
Пішло (всього)	<b>13588,18</b>		<b>1007,64</b>	<b>12580,55</b>

### Вал «Пікап»



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після відсм.ящиків	8424,26	12,00	1010,91	7413,35
Св.вода на відсічки	3500,00	0,00	0,00	3500,00
Надійшло(всього)	<b>11924,26</b>		<b>1010,91</b>	<b>10913,35</b>
На пресову.частину	5038,18	20,00	1007,64	4030,55
Води від вала «Пікап»	6871,08	0,0040	0,27	6870,80
В г/зміш.мокр.браку	15,00	20,00	3,00	12,00
Пішло (всього)	<b>11924,26</b>		<b>1010,91</b>	<b>10913,35</b>

### Відсмоктувальні ящики

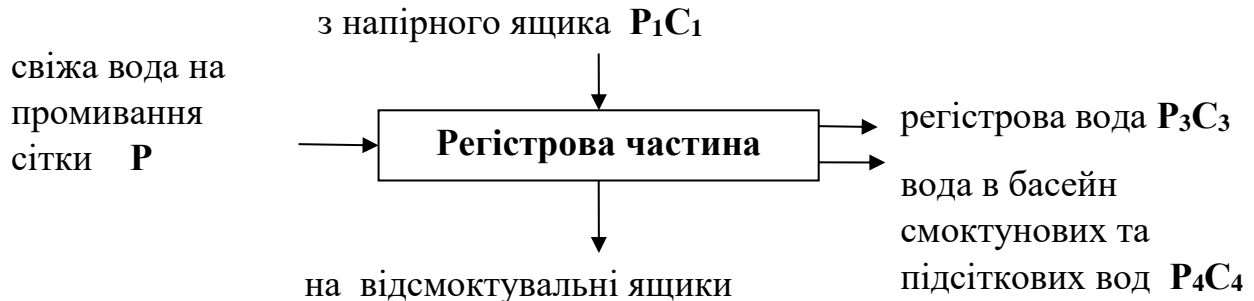


Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після реєстр.частини	15807,62	6,50	1027,50	14780,12
Св.вода на відсічки	9200,00	0,00	0,00	9200,00
Надійшло(всього)	<b>25007,62</b>		<b>1027,50</b>	<b>23980,12</b>
На вал «Пікап»	8424,26	12,00	1010,91	7413,35

В бас.смокт.та підс.вод	16583,35	0,1000	16,58	16566,77
Пішло (всього)	<b>25007,62</b>		<b>1027,50</b>	<b>23980,12</b>

### Регістрова частина



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після н.ящика	312406,66	0,50	1562,03	310844,63
Свіжа вода на пром.сітки	16500,00	0,000	0,00	16500,00
Надійшло(всього)	<b>328906,66</b>		<b>1562,03</b>	<b>327344,63</b>
На відсм.ящики	15807,62	6,50	1027,50	14780,12
Регістрові води	296599,04	0,1800	533,88	296065,17
В бас.смокт.та підс.вод	16500,00	0,0040	0,66	16499,34
Пішло (всього)	<b>328906,66</b>		<b>1562,03</b>	<b>327344,63</b>

### Напірний ящик



Зважаючи на те, що в напірному ящику не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:  $P_3 = 312406,66$ ;  $C_3 = 0,5\%$ .

### Селектифайєр

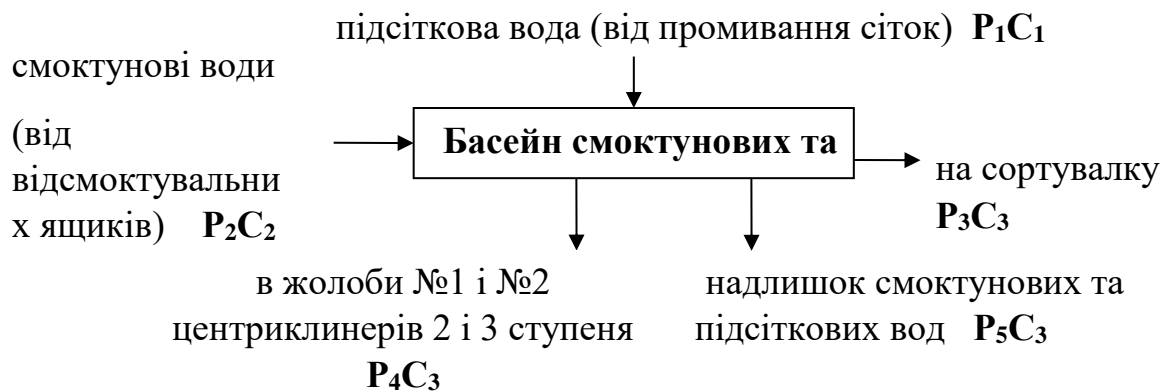
із змішувального насоса №1  $P_1C_1$



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.нас.№1	315530,41	0,5030	1587.02	313943.39
Надійшло(всього)	<b>315530,41</b>		<b>1587.02</b>	<b>313943.39</b>
На н/ящик	312406,66	0,5000	1562.03	310844.63
На плоску сортувал.	3123,75	0,8000	24,99	3098,76
Пішло (всього)	<b>315530,41</b>		<b>1587.02</b>	<b>313943.39</b>

### Басейн смоктунових та підсіткових вод

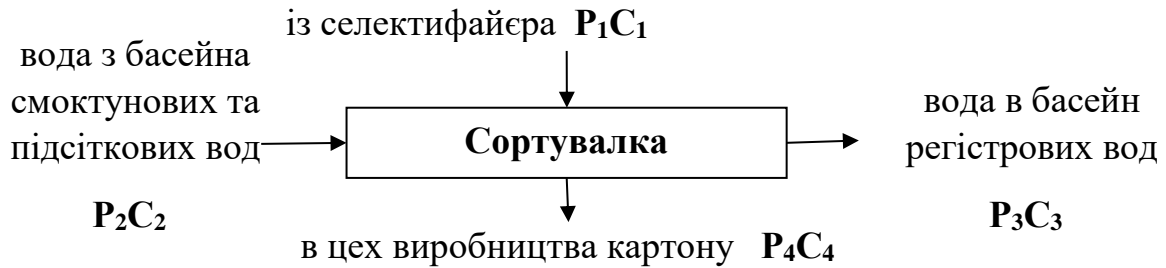


Отже, середньозважена масова частка волокна в басейні смоктунових та підсіткових вод =  $(17,24 \cdot 100) / 33083,35 = 0,0521\%$ .

Таким чином,  $C_3 = 0,0521\%$ .



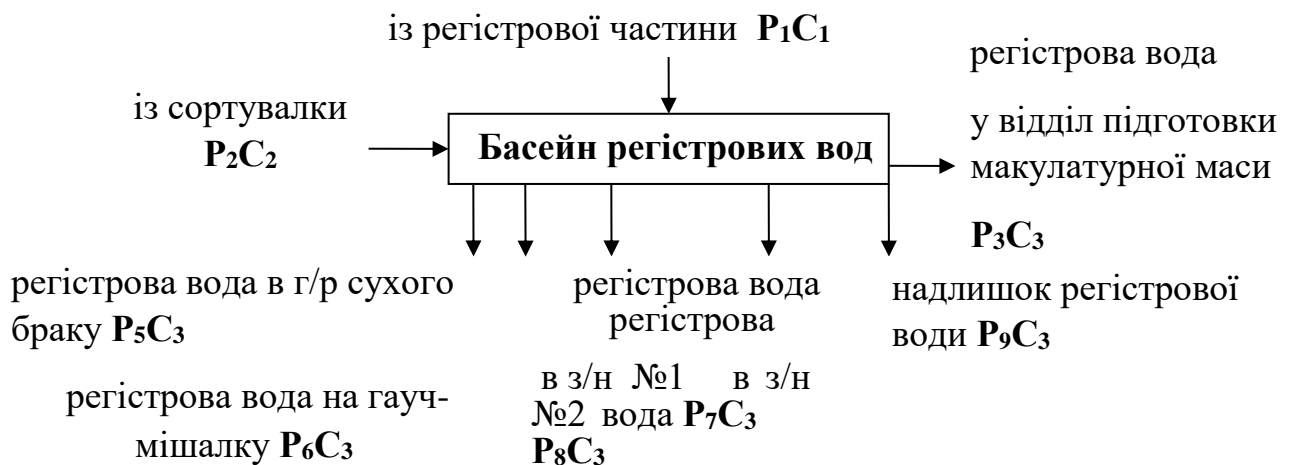
### Сортувалка



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З бас.сосун.і підс.вод	850,00	0,0521	0,44	849,56
Після селективфайєра	3123,75	0,8000	24,99	3098,76
Надійшло(всього)	<b>3973,75</b>		<b>25,43</b>	<b>3948,32</b>
В бас.реєстр.вод	3926,97	0,6000	23,56	3903,41
Відходи	46,78	4,0000	1,87	44,91
Пішло (всього)	<b>3973,75</b>		<b>25,43</b>	<b>3948,32</b>

### Басейн реєстрових вод

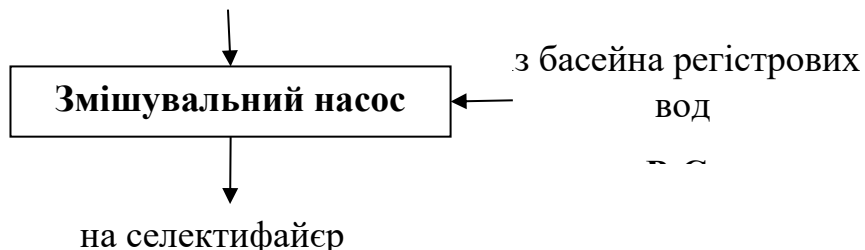


Отже, середньозважена масова частка волокна в басейні реєстрових вод  
 $= (557,44 \cdot 100) / 300526,01 = 0,1855\%$ .

Таким чином  $C_3 = 0,1855\%$ .

### Змішувальний насос №1

від центриклинерів 1 ступеня  $P_1C_1$

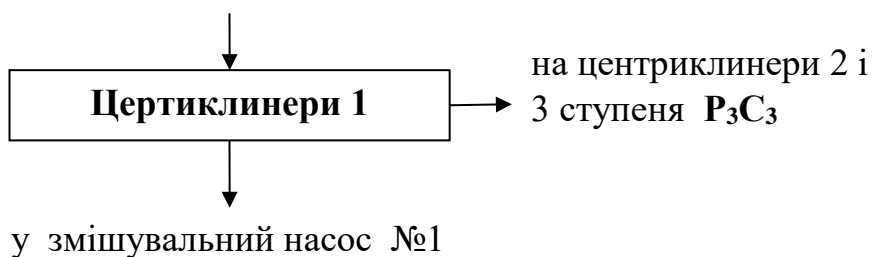


Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	120830,95	0,1855	224,13	120606,82
Після центрикл. Іст.	194699,46	0,7000	1362,9	193336,57
Надійшло(всього)	<b>315530,41</b>		<b>1587,02</b>	<b>313943,39</b>
На селективайєр	315530,41	0,5030	1587,02	313943,39
Пішло (всього)	<b>315530,41</b>		<b>1587,02</b>	<b>313943,39</b>

### Центриклинери 1 ступеня

із змішувального насоса №2  $P_1C_1$

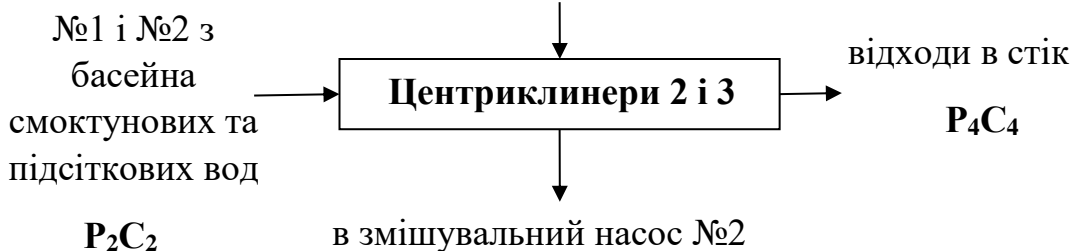


Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.насоса №2	207303,52	0,7304	1514,14	205789,37
Надійшло(всього)	<b>207303,52</b>		<b>1514,14</b>	<b>205789,37</b>
На змішув.насос №1	194699,46	0,7000	1362,90	193336,57
На центрикл. II і III ст.	12604,05	1,2000	151,25	12452,81
Пішло (всього)	<b>207303,52</b>		<b>1514,14</b>	<b>205789,37</b>

### Центриклинери 2 і 3 ступеня

вода в жолоби з центриклинерів І ступеня  $P_1C_1$



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після центрик. І ст.	12604,05	1,2000	151,25	12452,81
З бас.сосун.і підс.вод	28868,49	0,0521	15,05	28853,44
Надійшло(всього)	<b>41472,54</b>		<b>166,30</b>	<b>41306,25</b>
В змішув.насос №2	41322,54	0,4000	165,29	41157,25
Відходи у відвал	150,00	0,6700	1,01	149,00
Пішло (всього)	<b>41472,54</b>		<b>166,30</b>	<b>41306,25</b>

### Змішувальний насос № 2



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Регістова вода	134574,25	0,1855	249,62	134324,63
Від центриклин. II ст.	41322,54	0,4000	165,29	41157,25
З БПР	31406,73	3,5000	1099,24	30307,49
Надійшло(всього)	<b>207303,52</b>		<b>1514,14</b>	<b>205789,37</b>
На центрик. І ст.	207303,52	0,7304	1514,14	205789,37
Пішло (всього)	<b>207303,52</b>		<b>1514,14</b>	<b>205789,37</b>

### Бак постійного рівня

з машинного басейна  $P_1C_1$



в змішувальний насос №2  $P_2C_2$

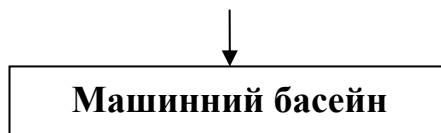
$$P_2 = 31406,73 \text{ кг}; C_2 = 3,5 \text{ \%}.$$

Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$$P_1 = 31406,73 \text{ кг}; C_1 = 3,5 \text{ \%}.$$

### Машинний басейн

з композиційного басейна  $P_1C_1$



в бак постійного рівня  $P_2C_2$

Зважаючи на те, що в баці постійного рівня не відбувається зміни потоків маси та їх концентрації, можна записати, що:

$$P_1 = 31406,73 \text{ кг}; C_1 = 3,5 \text{ \%}.$$

## **Розрахунок блоків перероблення сухого та мокрого браку**

### Гідророзбивач сухого браку

відходи з ПРВ, сушильної частини, накату



в басейн оборотного браку  $P_2C_2$

з басейна реєстрових вод

$P_3C_3$

Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З ПРС	10,00	96,00	9,60	0,40
З накату	10,00	96,00	9,60	0,40
Зсушіння	20,00	96,00	19,20	0,80
З бас-ну рег.вод	1116,30	0,1855	2,07	1114,23
Надійшло(всього)	<b>1156,30</b>		<b>40,47</b>	<b>1115,83</b>
В басейн обор.браку	1156,30	3,5000	40,47	1115,83
Пішло (всього)	<b>1156,30</b>		<b>40,47</b>	<b>1115,83</b>

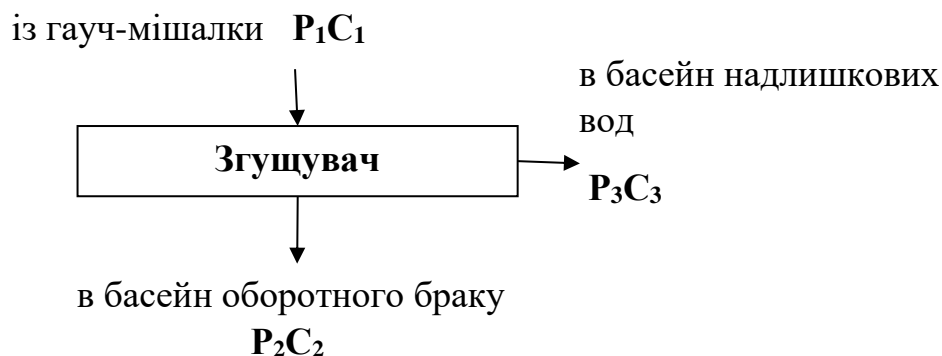
### Гауч-мішалка



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З пресової частини	15,00	43,00	6,45	8,55
З вала «Пікап»	15,00	20,00	3,00	12,00
З бас-ну рег.вод	1498,75	0,1855	2,78	1495,97
Надійшло(всього)	<b>1528,75</b>		<b>12,23</b>	<b>1516,52</b>
На згущ.мокрого браку	1528,75	0,8000	12,23	1516,52
Пішло (всього)	<b>1528,75</b>		<b>12,23</b>	<b>1516,52</b>

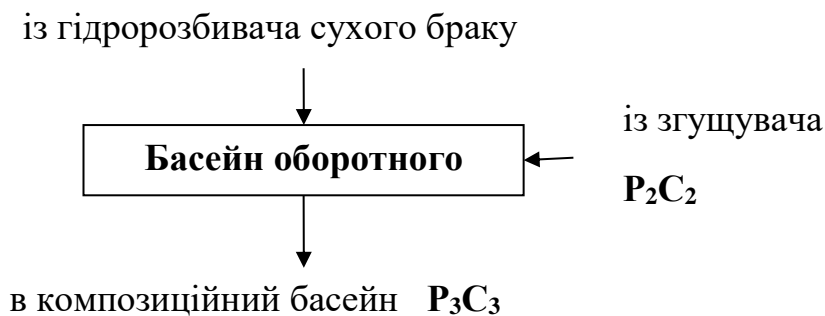
### Згущувач



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після зміш.мокр.браку	1528,75	0,8000	12,23	1516,52
Надійшло(всього)	<b>1528,75</b>		<b>12,23</b>	<b>1516,52</b>
В басейн обор.браку	335,79	3,5000	11,75	324,04
В басейн надл.вод	1192,96	0,0400	0,48	1192,48
Пішло (всього)	<b>1528,75</b>		<b>12,23</b>	<b>1516,52</b>

### Басейн оборотного браку



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З г/розбив.сух.браку	1156,30	3,50	40,47	1115,83
Зі зміш.мокрого браку	335,79	3,50	11,75	324,04
Надійшло(всього)	<b>1492,10</b>		<b>52,22</b>	<b>1439,87</b>
В композиц.басейн	1492,10	3,50	52,22	1439,87
Пішло (всього)	<b>1492,10</b>		<b>52,22</b>	<b>1439,87</b>

### Композиційний басейн



Зважаючи на те, що кількість скопу ( $P_3$ ), на даний момент не може бути відомою, тому що не розрахована кількість надлишкової води, що повинна надійти на дисковий фільтр, приймаємо попередньо  $P_3=1,0$  кг.

Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розбив.макулатури	29913,63	3,5000	1046,98	28866,65
Із басейна обіг.браку	1492,10	3,5000	52,22	1439,87
Скоп з диск.фільтра	1,00	3,5000	0,04	0,97
Надійшло(всього)	<b>31406,73</b>		<b>1099,24</b>	<b>30307,49</b>
В машинний басейн	31406,73	3,5000	1099,24	30307,49
Пішло (всього)	<b>31406,73</b>		<b>1099,24</b>	<b>30307,49</b>

### Відділ підготовки макулатурної маси

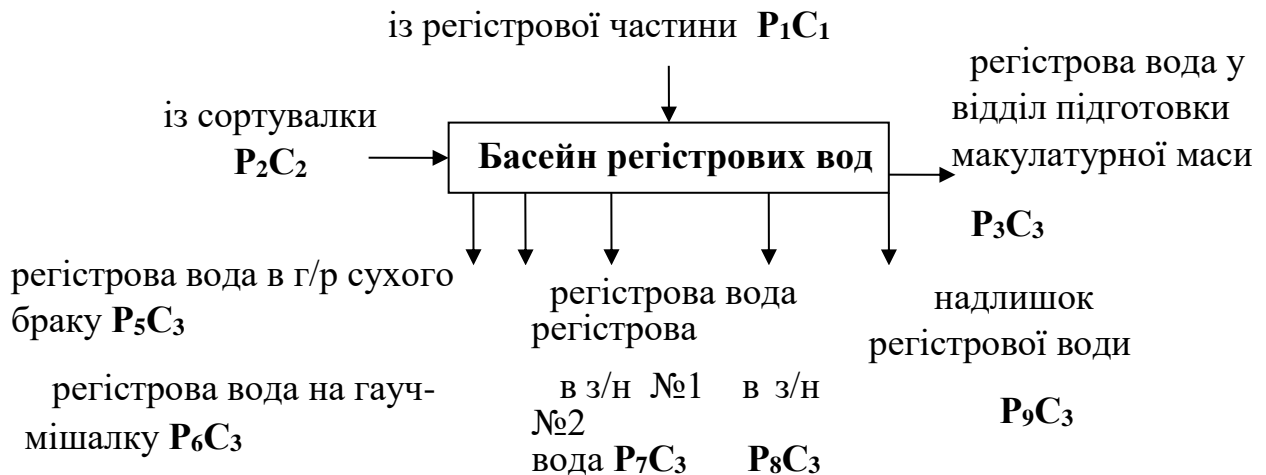


Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Макулатура зі складу	1215,18	88,00	1069,36	145,82

Вода з бас.рег.вод	30268,92	0,1855	56,15	30212,77
Надійшло(всього)	<b>31484,09</b>		<b>1125,50</b>	<b>30358,59</b>
Відходи сортув. та очищ.	1570,47	5,00	78,52	1491,94
В композиційний бас.	29913,63	3,50	1046,98	28866,65
Пішло (всього)	<b>31484,09</b>		<b>1125,50</b>	<b>30358,59</b>

### Басейн реєстрових вод



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	296599,04	0,1800	533,88	296065,17
Від плоск.сортув.	3926,97	0,6000	23,56	3903,41
Надійшло(всього)	<b>300526,01</b>		<b>557,44</b>	<b>299968,57</b>
На зм.насос №1	120830,95	0,1855	224,13	120606,82
На зм.насос №2	134574,25	0,1855	249,62	134324,63
У відділ підгот.макул.маси	30268,92	0,1855	56,15	30212,77
На г/розб.сухого браку	1116,30	0,1855	2,07	1114,23
На зміш.мокр.браку	1498,75	0,1855	2,78	1495,97
В басейн надл.вод	12236,85	0,1855	22,70	12214,15
Пішло (всього)	<b>300526,01</b>		<b>557,44</b>	<b>299968,57</b>



### Басейн смоктунових та підсіткових вод



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Від відсмоктув.ящиків	16583,35	0,1000	16,58	16566,77
Від промив.сітки	16500,00	0,0040	0,66	16499,34
Надійшло(всього)	<b>33083,35</b>		<b>17,24</b>	<b>33066,11</b>
На сортувалку	850,00	0,0521	0,44	849,56
В жолоб №1 і №2	28868,49	0,0521	15,05	28853,44
В басейн надлишк.вод	3364,86	0,0521	1,75	3363,11
Пішло (всього)	<b>33083,35</b>		<b>17,24</b>	<b>33066,11</b>

### Басейн надлишкових вод

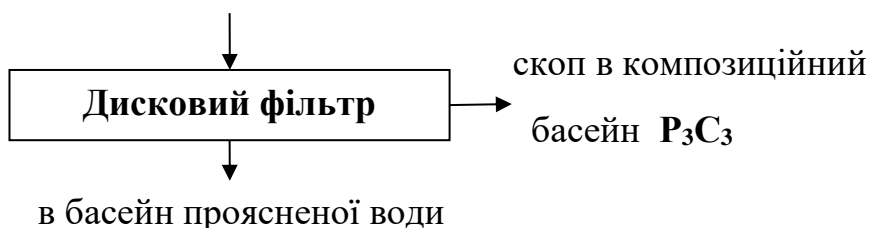


Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	12236,85	0,1855	22,70	12214,15
З басейну смокт. та підс. вод	3364,86	0,0521	1,75	3363,11
Від вала «Пікап»	6871,08	0,0040	0,27	6870,80
Від сгуш.мокр.браку	1192,96	0,0400	0,48	1192,48
Надійшло(всього)	<b>23665,74</b>		<b>25,20</b>	<b>23640,54</b>
На дисковий фільтр	23665,74	0,1065	25,20	23640,54
Пішло (всього)	<b>23665,74</b>		<b>25,20</b>	<b>23640,54</b>

### Дисковий фільтр

із басейна надлишкових вод  $P_1C_1$



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	23665,74	0,1065	25,20	23640,54
Надійшло(всього)	<b>23665,74</b>		<b>25,20</b>	<b>23640,54</b>
В композиц.басейн	713,55	3,50	24,97	688,57
В басейн освітл.вод	22952,19	0,0010	0,23	22951,97
Пішло (всього)	<b>23665,74</b>		<b>25,20</b>	<b>23640,54</b>

Як виходить з результатів перерахунку, кількість скопу ( $P_3$ ), який утворюється в результаті освітлення води та повинен поступати до композиційного басейну, становить **713,55 кг**. Ця величина перевищує цифру, яка була попередньо прийнята (**1,0 кг**) в процесі розрахунку в композиційному басейні. Як висновок: потрібно провести перерахунок матеріального балансу для

композиційного басейну та наступних блоків, враховуючи нове значення  $P_3$ .

Таким чином, враховуючи попередні висновки для таких блоків як: композиційний басейн, відділ підготовки макулатурної маси, басейн реєстрових вод, басейн смоктункових та підсідкових вод, басейн надлишкових вод, дисковий фільтр.

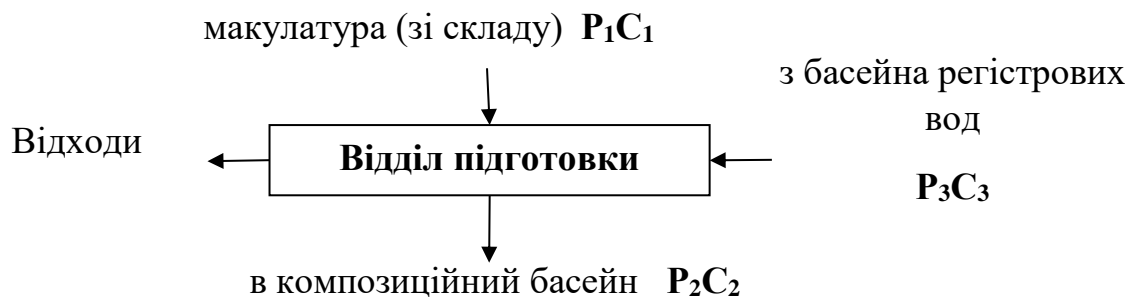
#### Композиційний басейн



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розбив.макулатури	29200,63	3,5000	1022,02	28178,61
Із басейна обіг.браку	1492,10	3,5000	52,22	1439,87
Скоп з диск.фільтра	714,00	3,5000	24,99	689,01
Надійшло(всього)	<b>31406,73</b>		<b>1099,24</b>	<b>30307,49</b>
В машинний басейн	31406,73	3,5000	1099,24	30307,49
Пішло (всього)	<b>31406,73</b>		<b>1099,24</b>	<b>30307,49</b>

#### Відділ підготовки макулатурної маси

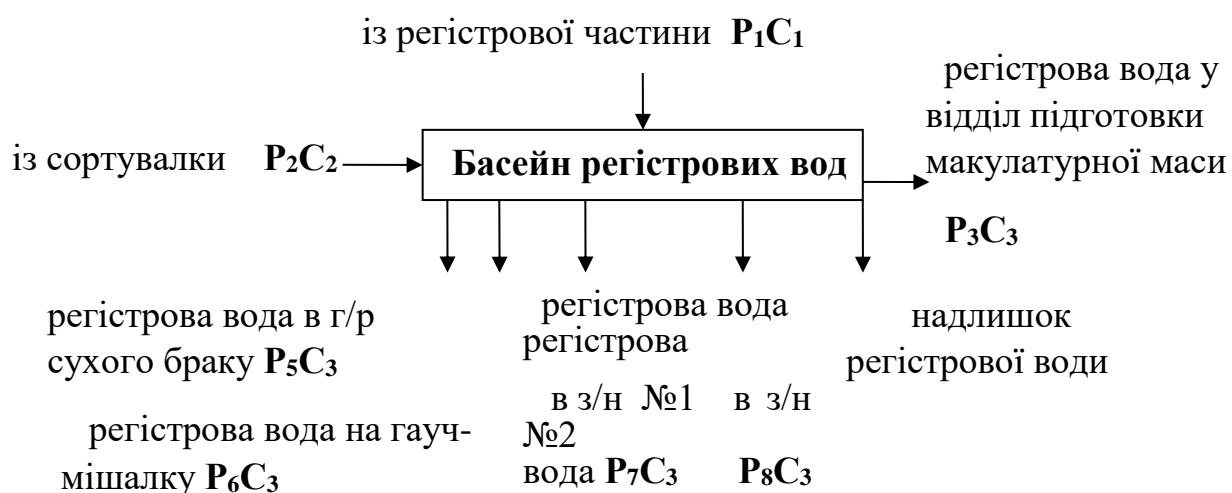


Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Макулатура зі складу	1186,21	88,00	1043,87	142,35
Вода з бас.рег.вод	29547,45	0,1855	54,81	29492,64
Надійшло(всього)	<b>30733,66</b>		<b>1098,67</b>	<b>29634,99</b>
Відходи сортув. та очищ.	1533,03	5,00	76,65	1456,38
В композиційний бас.	29200,63	3,50	1022,02	28178,61
Пішло (всього)	<b>30733,66</b>		<b>1098,67</b>	<b>29634,99</b>

Після розрахунку балансу води і волокна для відділу підготовки макулатурної маси визначилися об'єми споживання регістрової води і з'явилася можливість визначити надлишок води в басейні регістрових вод.

### Басейн регістрових вод

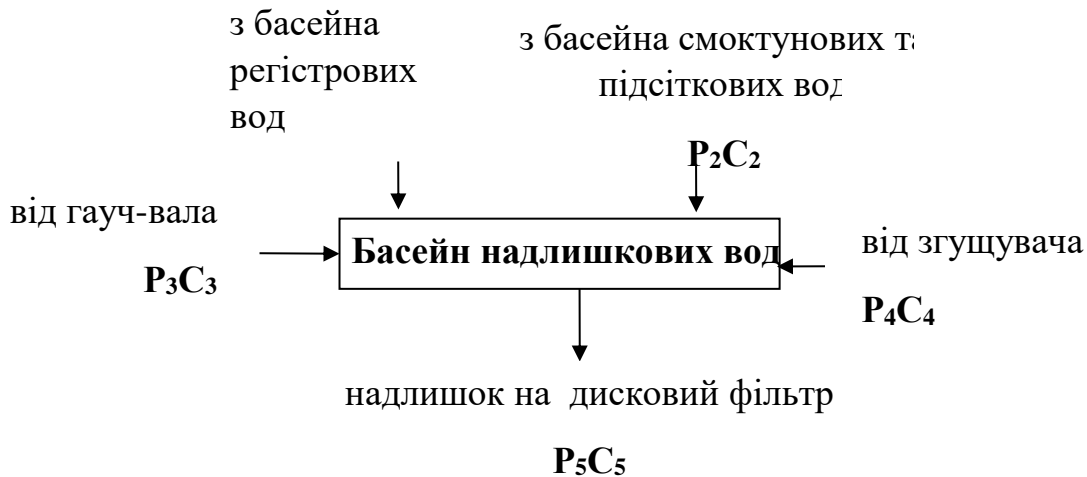


Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З регістрової частини	296599,04	0,1800	533,88	296065,17
Від плоск.сортув.	3926,97	0,6000	23,56	3903,41
Надійшло(всього)	<b>300526,01</b>		<b>557,44</b>	<b>299968,57</b>
На зм.насос №1	120830,95	0,1855	224,13	120606,82
На зм.насос №2	134574,25	0,1855	249,62	134324,63
У відділ підгот.макул.маси	29547,45	0,1855	54,81	29492,64
На г/розб.сухого браку	1116,30	0,1855	2,07	1114,23

На зміш.мокр.браку	1498,75	0,1855	2,78	1495,97
В басейн надл.вод	12958,31	0,1855	24,04	12934,28
Пішло (всього)	<b>300526,01</b>		<b>557,44</b>	<b>299968,57</b>

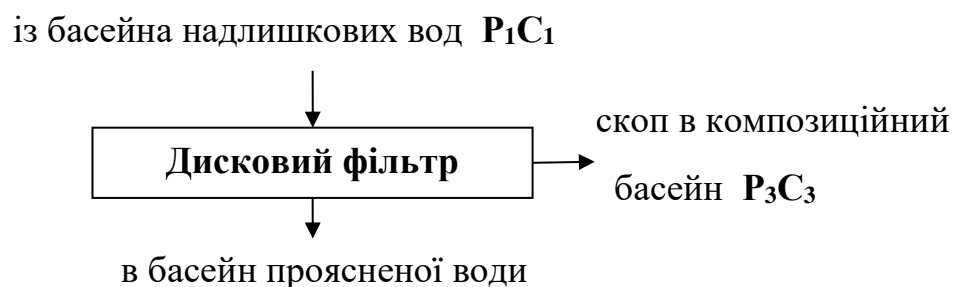
### Басейн надлишкових вод



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	12958,31	0,1855	24,04	12934,28
З басейну смокт. та підс. вод	3364,86	0,0521	1,75	3363,11
Від вала «Пікап»	6871,08	0,0040	0,27	6870,80
Від стущ.мокр.браку	1192,96	0,0400	0,48	1192,48
Надійшло(всього)	<b>24387,21</b>		<b>26,54</b>	<b>24360,67</b>
На дисковий фільтр	24387,21	0,1088	26,54	24360,67
Пішло (всього)	<b>24387,21</b>		<b>26,54</b>	<b>24360,67</b>

### Дисковий фільтр



Для перевірки правильності проведених розрахунків надаємо їх в такому вигляді:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	24387,21	0,1088	26,54	24360,67
Надійшло(всього)	<b>24387,21</b>		<b>26,54</b>	<b>24360,67</b>
В композиц.басейн	751,59	3,50	26,31	725,28
В басейн освітл.вод	23635,62	0,0010	0,24	23635,39
Пішло (всього)	<b>24387,21</b>		<b>26,54</b>	<b>24360,67</b>

Як виходить з результатів перерахунку, кількість скопу ( $P_3$ ), який утворюється в результаті освітлення води та повинен поступати до композиційного басейну, становить **751,59 кг**. Ця величина перевищує цифру, яка була прийнята в попередньому розрахунку (**713,55 кг**) матеріального балансу в композиційному басейні ( $\delta=38,04$ ). Як висновок: потрібно провести перерахунок матеріального балансу для композиційного басейну та наступних за ним блоків.

#### Результати повторних перерахунків матеріального балансу

Враховуючи, що алгоритм перерахунку не змінився, наведемо лише кінцеві результати.

##### Композиційний басейн

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розбив.макулатури	29161,03	3,5000	1020,64	28140,39
Із басейна обіг.браку	1492,10	3,5000	52,22	1439,87
Скоп з диск.фільтра	753,60	3,5000	26,38	727,22
Надійшло(всього)	<b>31406,73</b>		<b>1099,24</b>	<b>30307,49</b>
В машинний басейн	31406,73	3,5000	1099,24	30307,49
Пішло (всього)	<b>31406,73</b>		<b>1099,24</b>	<b>30307,49</b>

##### Відділ підготовки макулатурної маси

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Макулатура зі складу	1184,60	88,00	1042,45	142,15
Вода з бас.рег.вод	29507,38	0,1855	54,73	29452,65
Надійшло(всього)	<b>30691,98</b>		<b>1097,18</b>	<b>29594,80</b>
Відходи сортув. та очищ.	1530,95	5,00	76,55	1454,41
В композиційний бас.	29161,03	3,50	1020,64	28140,39
Пішло (всього)	<b>30691,98</b>		<b>1097,18</b>	<b>29594,80</b>

Басейн реєстрових вод

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	296599,04	0,1800	533,88	296065,17
Від плоск.сортув.	3926,97	0,6000	23,56	3903,41
Надійшло(всього)	<b>300526,01</b>		<b>557,44</b>	<b>299968,57</b>
На зм.насос №1	120830,95	0,1855	224,13	120606,82
На зм.насос №2	134574,25	0,1855	249,62	134324,63
У відділ підгот.макул.маси	29507,38	0,1855	54,73	29452,65
На г/розб.сухого браку	1116,30	0,1855	2,07	1114,23
На зміш.мокр.браку	1498,75	0,1855	2,78	1495,97
В басейн надл.вод	12998,38	0,1855	24,11	12974,27
Пішло (всього)	<b>300526,01</b>		<b>557,44</b>	<b>299968,57</b>

За рахунок деякого перерозподілу потоків надлишок реєстрової води в басейні реєстрових вод змінився з 12958,31 кг до 12998,38 кг.

Басейн надлишкових вод

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	12998,38	0,1855	24,11	12974,27
З басейну смокт. та підс. вод	3364,86	0,0521	1,75	3363,11
Від вала «Пікап»	6871,08	0,0040	0,27	6870,80
Від сгуш.мокр.браку	1192,96	0,0400	0,48	1192,48
Надійшло(всього)	<b>24427,28</b>		<b>26,62</b>	<b>24400,67</b>
На дисковий фільтр	24427,28	0,1090	26,62	24400,67
Пішло (всього)	<b>24427,28</b>		<b>26,62</b>	<b>24400,67</b>

За рахунок зміни кількості реєстрової води, що надходить до басейну надлишкових вод, в басейні надлишкових вод дещо змінився середньозважений відсоток волокна.

Загальна кількість волокна = 26,62 кг;

Загальна кількість маси = 24427,28 кг.

Отже,  $C_5$  0,1090%.

Надлишок води, що поступає на дисковий фільтр становить :

$P_8 = 24427,28$ кг (проти 24387,21 кг).

Дисковий фільтр

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	24427,28	0,1090	26,62	24400,67
Надійшло(всього)	<b>24427,28</b>		<b>26,62</b>	<b>24400,67</b>
В композиц.басейн	753,70	3,50	26,38	727,32
В басейн освітл.вод	23673,58	0,0010	0,24	23673,34
Пішло (всього)	<b>24427,28</b>		<b>26,62</b>	<b>24400,67</b>

Кількість скопу, що надходить в композиційний басейн становить 753,7 кг. Як виходить з результатів перерахунку, кількість скопу ( $P_3$ ), який утворюється в результаті освітлення води та повинен поступити до композиційного басейну, становить **753,7** кг. Ця величина незначно перевищує цифру, яка була прийнята в попередньому перерахунку (**751,59** кг) матеріального балансу в композиційному басейні. За абсолютно-сухою речовиною різниця дуже незначна:  $\delta = 26,38 - 26,31 = \mathbf{0,07}$  кг.

Як висновок: потрібно провести заключний перерахунок матеріального балансу та розробити зведений баланс води і волокна.



## Заключний перерахунок матеріального балансу

### Композиційний басейн

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Із г/розбив.макулатури	29160,63	3,5000	1020,62	28140,01
Із басейна обіг.браку	1492,10	3,5000	52,22	1439,87
Скоп з диск.фільтра	754,00	3,5000	26,39	727,61
Надійшло(всього)	<b>31406,73</b>		<b>1099,24</b>	<b>30307,49</b>
В машинний басейн	31406,73	3,5000	1099,24	30307,49
Пішло (всього)	<b>31406,73</b>		<b>1099,24</b>	<b>30307,49</b>

Зважаючи на те, що змінилася кількість скопу  $P_3=754$  кг (проти  $P_3=753,7$  кг), відповідно перерахована і кількість маси, що поступає із відділу підготовки макулатурної маси  $P_1= 29160,63$  кг (проти  $P_1 = 29161,03$  кг).

### Відділ підготовки макулатурної маси

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Макулатура зі складу	1184,59	88,00	1042,44	142,15
Вода з бас.рег.вод	29506,97	0,1855	54,73	29452,24
Надійшло(всього)	<b>30691,56</b>		<b>1097,17</b>	<b>29594,39</b>
Відходи сортув. та очищ.	1530,93	5,00	76,55	1454,39
В композиційний бас.	29160,63	3,50	1020,62	28140,01
Пішло (всього)	<b>30691,56</b>		<b>1097,17</b>	<b>29594,39</b>

### Басейн реєстрових вод.

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З реєстрової частини	296599,04	0,1800	533,88	296065,17
Від плоск.сортув.	3926,97	0,6000	23,56	3903,41
Надійшло(всього)	<b>300526,01</b>		<b>557,44</b>	<b>299968,57</b>
На зм.насос №1	120830,95	0,1855	224,13	120606,82
На зм.насос №2	134574,25	0,1855	249,62	134324,63
У відділ підгот.макул.маси	29506,97	0,1855	54,73	29452,24
На г/розб.сухого браку	1116,30	0,1855	2,07	1114,23
На зміш.мокр.браку	1498,75	0,1855	2,78	1495,97
В басейн надл.вод	12998,79	0,1855	24,11	12974,68
Пішло (всього)	<b>300526,01</b>		<b>557,44</b>	<b>299968,57</b>

За рахунок деякого перерозподілу потоків надлишок реєстрової води в басейні реєстрових вод змінився з 12998,38 кг до 12998,79 кг.

### Басейн надлишкових вод

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну рег.вод	12998,79	0,1855	24,11	12974,68
З басейну смокт. та підс. вод	3364,86	0,0521	1,75	3363,11
Від вала «Пікап»	6871,08	0,0040	0,27	6870,80

Від стущ.мокр.браку	1192,96	0,0400	0,48	1192,48
Надійшло(всього)	<b>24427,69</b>		<b>26,62</b>	<b>24401,07</b>
На дисковий фільтр	24427,69	0,1089	26,62	24401,07
Пішло (всього)	<b>24427,69</b>		<b>26,62</b>	<b>24401,07</b>

За рахунок зміни кількості реєстрової води, що надходить до басейну надлишкових вод, в басейні надлишкових вод дещо змінився середньозважений відсоток волокна.

Загальна кількість волокна = 26,62 кг;

Загальна кількість маси = 24427,69 кг.

Отже,  $C_5 = 0,1089\%$ .

Як виходить з результатів перерахунку середньозваженої масової долі волокна в басейні надлишкових вод, розходження за двома останніми перерахунками практично відсутні.

Надлишок води, що поступає на дисковий фільтр становить:  $P_8 = 24427,69$  кг (проти 24427,28 кг).

#### Дисковий фільтр

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
З басейну надл.вод	24427,69	0,1090	26,62	24401,07
Надійшло(всього)	<b>24427,69</b>		<b>26,62</b>	<b>24401,07</b>
В композиц.басейн	753,72	3,50	26,38	727,34
В басейн освітл.вод	23673,96	0,0010	0,24	23673,73
Пішло (всього)	<b>24427,69</b>		<b>26,62</b>	<b>24401,07</b>

Кількість скопу, що надходить в композиційний басейн становить:

$$P_3 = 753,72 \text{ кг.}$$

Результати остаточного перерахунку показують, що рішення закінчити перерахунок матеріального балансу було правильним, адже кількість скопу, який утворюється в результаті освітлення води та повинно поступити до композиційного басейну ( $P_3 = 753,72$  кг) практично дорівнює кількості, що була отримана в попередньому перерахунку ( $P_3 = 753,7$  кг). За абсолютно-сухою речовиною різниця відсутня:  $\delta = 26,38 - 26,38 = 0,0$  кг.

Басейн прояснених вод

з дискового фільтра  $P_1C_1$



**Басейн проясненої**



надлишкова прояснена вода

$P_2C_2$

Результати розрахунків надаємо як заключні:

Найменування	Маса, кг	Концентрація, %	Волокно, кг	Вода, кг
Після дисков.фільтра	22952,19	0,0010	0,23	22951,97
Надійшло(всього)	<b>22952,19</b>		<b>0,23</b>	<b>22951,97</b>
На очисні споруди	22952,19	0,0010	0,23	22951,97
Пішло (всього)	<b>22952,19</b>		<b>0,23</b>	<b>22951,97</b>

## РЕЗУЛЬТАТИ ЗВЕДЕНОГО БАЛАНСУ ВОДИ І ВОЛОКНА

В табл. 2.5 наведено результати зведеного балансу води і волокна.

Таблиця 2.5 – Результати зведеного балансу води і волокна

<b>Волокно (абс.сух.), кг</b>	<b>Надходження</b>	<b>Витрата</b>
Макулатура	1 042,44	
	0,00	
<b>Всього:</b>	<b>1 042,44</b>	
Готова продукція		960,00
Відходи центриклинерів III ст.		1,01
З пресовими водами		2,70
Промивка сукон		0,09
На очисні споруди		0,24
Відходи сортувалки		1,87
Відходи відділу підгот.маси		76,55
	<b>Всього:</b>	<b>1042,45</b>
<b>Вода, кг</b>	<b>Надходження</b>	<b>Витрата</b>
З макулатурою	142,15	
	0,00	
Свіжа вода на промивання сіток	16500,00	
Свіжа вода на відсічки відсм.ящиків	9 200,00	
Свіжа вода на промив. сукна	8 550,00	
Свіжа вода на відсічки в гаучі	3 500,00	
<b>Всього:</b>	<b>37 892,15</b>	
З готовою продукцією		40,00
З парою при сушінні		1281,86
З відходами центр. III ст.		149,00
З пресовими водами		2698,62
Промивка сукон		8549,91
На очисні споруди		23673,73
З відходами сортувалки		44,91
З відходами відділу підгот.маси		1454,39
	<b>Всього:</b>	<b>37 892,42</b>

Для розрахунку безповоротних втрат волокна потрібно врахувати всі його втрати для даного виробництва. В даному випадку вони становлять:

$$1042,44 - 960,0 = 82,44 \text{ кг.}$$

В такому випадку вимої волокна (*ВВ*) становлять:

$$ВВ=82,44 \cdot 100 / 1042,44 = 7,9 \%$$

## 2.4 Розрахунок основного технологічного обладнання

### Папероробна машина

Основним виробничим вузлом при виробництві паперу з макулатури марки ТМ - 32 є папероробна машина. Формуючої частиною машини є формується вал з напуском маси з напірного ящика закритого типу (формування відбувається між двома сітками).

Марка машини БП-83, обрізна ширина 4200 мм продуктивність 10000-70000 т/рік. Швидкість за приводом  $U=1200$  м/хв. Виробники фірма «Фойт» (Австрія) і «Петрозаводскбуммаш» (СРСР).

Потужність машини ПРМ №1 по виробництву паперу санітарно-гігієнічного призначення масою  $1 \text{ м}^2 32 \text{ г}$  з 100 % макулатури розраховується виходячи з даних стосовно виробництва даного виду паперу. Робоча швидкість машини – 920 м/хв (15,3 м/с). Продуктивність машини розраховується за формулою [6]:

$$Q_{\text{год}} = 0,06 \cdot B_0 \cdot U \cdot g \cdot K_1 \cdot K_2$$

де 0,06 – коефіцієнт для переведення швидкості за часом (хвилин в години)  
та маси листа паперу в кілограми;

$B_0$  – обрізна ширина полотна паперу, м;

$U$  – швидкість машини, м/хв.;

$g$  – маса  $1 \text{ м}^2$  полотна, г;

$K_1 = 0,92-0,98$  – коефіцієнт, що враховує холостий хід машини;

$K_2 = 0,95-0,98$  – коефіцієнт використання максимальної швидкості машини.

$$Q_{\text{год}} = 0,06 \cdot 4,2 \cdot 920 \cdot 32 \cdot 0,97 \cdot 0,98 = 7052,39 \text{ кг/год.}$$

Добова продуктивність становить:

$$Q_{\text{д}} = Q_{\text{год}} \cdot t_{\text{д}} = 7052,39 \cdot 22,5 = 158678 \text{ кг/доб} = 158,69 \text{ т/доб.}$$

де  $t_{\text{д}} = 22,5$  – кількість безперервної роботи машини за добу.

Планова річна продуктивність становить:

$$\text{ПП} = Q_{\text{д}} \cdot T_{\text{эф}} = 158,69 \cdot 8280/24 \approx 55\,000 \text{ т/рік.}$$

Використовуємо синтетичну сітку вітчизняного виробництва. Сіткова частина консольного типу двосіткова, фірми «Фойт»(Дуоформер Т).

Довжина верхньої сітки 24500 мм;

Довжина нижньої сітки 17200 мм;

Величина натягу сітки до 80 Н/см;

Діаметр формувального валу 1500 мм;

Діаметр сукнотягових валів 844 мм;

Діаметр грудного валу 614 мм.

**Вал «Пікап»**, вироблений з металу, без гумового покриття, має одну робочу камеру. Вакуум у робочій камері дорівнює 20:40 кПа (0,2:0,4 кг/см<sup>2</sup>).

**Пресова частина машини складається із:**

- вакуум-пересмоктуючого валу діаметром - 700 мм;
- першого гарячого пресу діаметром - 1150 мм, двокамерного;
- другого гарячого (вал з глухими отворами) пресу діаметром - 850 мм;
- сукнотягові вали -12 шт., діаметр вала - 615 мм;
- сукно голкопробивне, довжина - 54500 мм.

Розподіл вакууму в пресовій частині:

- вал «Пікап» 20:40 кПа (0,20:0,40 кг/см<sup>2</sup>)
- відсмоктувальні ящики 30:40 кПа (0,30:0,40 кг/см<sup>2</sup>)
- 1-а камера валу 1-го гарячого пресу 20:30 кПа (0,20:0,30 кг/см<sup>2</sup>)
- 2-а камера валу 1-го гарячого пресу 30:40 кПа (0,30:0,40 кг/см<sup>2</sup>)
- щілинні сукномийки 40:50 кПа (0,40:0,50 кг/см<sup>2</sup>)

Тиск лінійний притискання пресів:

- між першим гарячим валом та лощильним циліндром 700 Н/м (70 кг/м)
- між другим гарячим валом та циліндром 900 Н/м (90 кг/м)

Контактно-конвективне сушіння паперу здійснюється на циліндрі діаметром 6000 мм, на якому установлені три шабери: відсікаючий, крепувальний, очищуючий. Крепувальний і відсікаючий шабери мають зворотно-поступальний рух, на них встановлено забірні системи видалення пилу.

Робочий тиск пари – 4 кг/см<sup>2</sup>.

Максимальний (допустимий) тиск в сушильному циліндрі 0,8 МПа (8 кгс/см<sup>2</sup>). Температура поверхні циліндру становить 130-160 °С.

Для інтенсифікації процесу сушіння методом високотемпературного конвективного теплообміну над сушильним циліндром встановлено ковпак швидкісного сушіння. Діаметр проточних отворів 6-8 мм, швидкість струменів 112 м/сек.

Нижче приведено деякі характеристики ковпаку швидкісного сушіння.

Повітря, що подається в ковпак швидкісного сушіння, має наступні параметри:  $T=320^{\circ}\text{C}$ , вологовміст 0,2 кг/кг.

Повітря, яке виходить:

- тепловміст повітря, що видаляється із першої половини ковпака – 1350 кДж/кг;
- із другої половини ковпака – 1160 кДж/кг.

Кут захвату циліндру ковпаком складає  $236^{\circ}$ , обдуваюча довжина циліндру – 12,43 м.

Для забезпечення потрібного повітрообміну ковпак оснащено двома вентиляторами для циркуляційного повітря ( $Q=120000\text{ м}^3/\text{час}$ ,  $N=239\text{ кВт}$  при  $300^{\circ}\text{C}$  і  $N=514\text{ кВт}$  при  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $n=1440\text{ об/хв.}$ ) і двома вентиляторами для видалення повітря ( $Q=25000\text{ м}^3/\text{час}$ ,  $N=14\text{ кВт}$  при  $300^{\circ}\text{C}$  и  $N=31\text{ кВт}$  при  $20^{\circ}\text{C}$ ,  $n=1395\text{ об/хв.}$ ).

Нагрів повітря здійснюється в 2-х поточних установках, які працюють на природному газі з теплотворною здатністю 8000 ккал/год (теплотворна здатність кожної топкової установки 4000000 ккал/год, тиск в камерах горілок (максимальний) 6000Па). Температура циркулюючого в топковій установці повітря становить на вході –  $280^{\circ}\text{C}$ , на виході –  $360^{\circ}\text{C}$ .

**Привід машини** – багатодвигунний з індивідуальними резисторними перетворювачами, з автоматичним підтриманням заданої швидкості секцій на всьому робочому діапазоні від 400 до 1200 м/хв.

**Поздовжньо - різальний верстат С5 – 321** – призначений для розрізання і намотування в рулони. Обрізна ширина 4200 мм. Робоча швидкість 200-1200 м/хв (заправочна швидкість 25 м/хв).

Найбільший діаметр намотуваного рулону 1200 мм, розмотуваного -2200 мм;

Намотування безштангове, діаметр намотуваної гільзи 90 мм;

Різання паперу по принципу ножиць. Кількість пар ножів – 9-11;

Заправка полотна – нижня;

Режим роботи – безперервний.

**Гідророзбивач НС типу НДС** призначений для одночасного дорозпускання маси та її сортування від важких та легких домішок.

Корисний об'єм - 1м<sup>3</sup>;

Діаметр отворів сита - 4мм;

Потужність двигуна - 132 кВт;

Продуктивність - 30-400 т/доб. ;

Кількість обертів - 1000 об/хв.

**Вихровий сепаратор відходів типу VSV - 30** належить до категорії напірних сіткових сортувалок з підвищеним ефектом кінцевого розволокнення. З точки зору технологічного використання вихровий сепаратор відходів призначений для кінцевого сортування відходів з первинних сепараторів на лініях макулатури. Зважаючи на невелику виробничу потужність (до 50-60 тонн/день) вони можуть забезпечити самостійне сортування на одному ступені.

Функція вихрового сепаратора відходів ґрунтується на використанні механічних і гідродинамічних дій на масу лопаток ротора спеціальної форми, які працюють на вхідній і вихідній сторонах сортувальної сітки і забезпечують прохід маси навіть і при переробці сильно забрудненої сировини.

Приводний електродвигун: потужність – 110 кВт;

Обороти - 988 об/хв;

Площа сортувальної сітки - 0,251 м<sup>2</sup>;

Пропускна спроможність - 750...1100 л/хв .

**Вихрові конічні очисники маси типу ОМ-02** використовується для грубого очищення маси з метою видалення із макулатурної маси частинок з високою питомою масою, таких як металеві джгути, пісок та ін.



**Вихрові конічні очисники типу OM-02** мають наступні технічні характеристики:

діаметр очисника - 215 мм;

пропускна здатність - 1000 л/хв;

ступінь очистки металевих частин розміром більше 3 мм, не менше 80%;

Габаритні розміри, м:

- довжина 1,02;

- ширина 0,94;

- висота 3,35.

Схемою передбачено чотири очисника маси OM – 02.

**Вихрова сортувалка - доволокнувач типу VDT -40** належить до категорії напірних доволокнувачів макулатурної маси. У технологічній лінії вихрова сортувалка - доволокнувач типу VDT використовується для безперервного доволокнення і одночасного сортування грубо розволокнених матеріалів з макулатури.

Продуктивність - 280 т/доб ;

Приводний електродвигун: потужність - 90 кВт;

Обороти - 988 об/хв;

Робочі обороти - 480 об/хв;

Площа сортувальної сітки – 0,419 м<sup>2</sup>;

Перевагою вихрової сортувалки - доволокнувача типу VDT являється:

- велика робоча надійність і стійкість проти забивання робочої сітки внаслідок двостороннього очищення робочої сітки, високий ефект доволокнення навіть і для паперу з підвищеною міцністю у вологому стані.

Відповідно до добової продуктивності 158,69 передбачено встановлення однієї вихрової сортувалки - доволокнувача типу VDT -40.

**Вихрові конічні очисники METSO PAPER** призначені для тонкої очистки макулатурної маси при низькій концентрації.

Продуктивність по п.с. волокну - 180 т/доб;

Концентрація маси, що очищується не  $> - 2,0 \%$ ;

Пропускна здатність - 600 л/хв;

Діаметр очисника - 110 мм;

Отвори насадки - 20 мм;

Очисників по ступеням:

1 ст (2 секції) – 76 (по 38 в кожній) шт;

2 ст - 22 шт;

3 ст - 4 шт;

Габаритні розміри - 6,14 x 5,82 x 3,15;

Маса з насосом і двигуном - 30 т;

Потужність загальна - 555 кВт.

Відповідно до добової продуктивності 158,69 т /добу передбачено встановлення однієї установки вихрових конічних очисників METSO PAPER.

**Масний насос 14 БМ -14 Н** має такі технічні характеристики:

Продуктивність -  $Q=540 \text{ м}^3/\text{год.}$ ;

$H=22 \text{ м}$ ;

Потужність електродвигуна -  $N=75 \text{ кВт}$ ;

Кількість обертів –  $P=1000 \text{ об/хв}$ .

**Вихрові конічні очисники типу УВК–700–02** призначені для очистки паперової маси в технологічному потоці папероробної машини. Робочий орган установки вихрової очистки складається із циліндричної головки з тангенціальним вхідним патрубком і патрубком очищеної маси; ніжки; насадки; меншої основи, яке слугує для випуску відходів; камери відходів, яка приєднана до меншої основи корпусу. Маса подається відцентровими насосами [6].

Установка вихрових конічних очисників УВК–700–02 має наступні технічні характеристики:

Продуктивність – 700 т/добу;

Пропускна здатність очисника – 400 л/хв;

Діаметр очисника – 160 мм;

Діаметр отворів насадки – 24 мм;

Габаритні розміри – 18,52 x 5,72 x 3,15 мм;

Маса з насосом та двигуном – 82,72 т. [8]

Відповідно до матеріального балансу  $1,51 \cdot 158,69 = 239,62$  т/добу встановлено одну установку вихрових конічних очисників УВК–700–02.

**Млин пульсаційний** служить для остаточного розпускання на окремі волокна шматочки макулатури [8].

Продуктивність: 5 – 25 т/добу;

Діаметр ротора: 190 мм, число робочих зон: 3;

Частота обертання ротора:  $3000 \text{ мин}^{-1}$ , габаритні розміри, м: довжина 1,57, ширина 0,41, висота 0,58;

Маса (загальна): 0,68 т;

Відповідно до матеріального балансу  $0,04 \cdot 158,69 = 6,35$  т/добу.

Кількість: 1 шт.

**Масні басейни** поділяються на приймальні чи буферні, акумулюючі волокнисті напівфабрикати перед розмелюванням, проміжні між ступенями розмелювання – з мішалками [6].

**Приймальні або буферні басейни** слугують для створення достатнього запасу маси на підприємстві на випадок зупинки окремих частин виробництва. А також для усереднення її якості. Обираємо УПВ - 21 об'єм перемішуваної маси  $100\text{--}400 \text{ м}^2$ . Діаметр мішалки 1250 мм. потужність приводу 37 кВт [8].

Виходячи із технологічної схеми проектом передбачені басейни об'ємом  $200 \text{ м}^3$  (металеві).

**Дисковий фільтр DF370** призначений для згущення макулатурної маси від концентрації 0,85–1,15 % до 5,0–8,0 % [6].

Продуктивність – 200 т/добу;

Кількість сегментів – 8 – 10;

Якість фільтрату :

мутний – 0,575 г/л;

світлий – 0,140 г/л;

Потужність двигуна – 7,5 кВт;

Частота обертання - 1000 об/хв;

Маса – 15 000 кг.

Відповідно до матеріального балансу встановлено один дисковий фільтр.

**Басейн згущеного браку** має такі технічні характеристики:

Матеріал - сталь легована;

Об'єм ванни- 65 м<sup>3</sup>;

Діаметр - 5300 мм;

Потужність переміш.пристар - 37 кВт;

Кількість обертів - 1000 об/хв.

**Збірник підсіткових вод:**

Матеріал - сталь 08Х22Н6Т

Об'єм - 30 м<sup>3</sup>;

Діаметр - 5200 мм;

Висота - 1700 мм;

**Бак постійного рівня (Англія)**

Матеріал -сталь 08Х22Н6Т,

Розміри -1700х750х1200 мм.

**Фракціонатор типу УСМ** призначений для поділу волокна на різні фракції, які відрізняються лінійними розмірами.

Продуктивність – до 70 т/добу;

Концентрація маси - 0,5 - 5,0%;

Кількість фракцій, що відбираються – 3;

Ступінь очищення від забруднених домішок - до 98%;

Кількість очищеного волокна до загальної кількості, що надходить на сортування - до 80%;

Діаметр сортувалки – 1 м;

Витрата енергії на 1 т повітряно – сухого волокна – 8...12 кВт годин;

Відповідно до добової продуктивності 158,69 передбачено встановлення трьох фракціонаторів [6].

**Млин дисковий здвоєний МДС – 24** призначений для розмелювання волокнистих напівфабрикатів [6].

Діаметр дисків – 800 мм;

Частота обертання ротора -  $750 \text{ хв}^{-1}$ ;

Установочна потужність – 630 кВт;

Потужність холостого ходу – 210 кВт;

Окружна швидкість ротора – 31,4 м/с ;

Продуктивність – 70...240 т/добу;

Маса – не більше 13 т.

Схемою передбачено два дискові млини МДС-24.

**Вузлоловлювач закритого типу ВЗ -13** використовують для очищення паперової маси від забруднень волокнистого походження, що мають розміри більші ніж розміри окремих розмелених волокон [8].

Площа сита –  $2,29 \text{ м}^2$ ;

Продуктивність – 60...200 т/добу;

Найбільша концентрація сортованої маси - 1,3%;

Перепад тиску – 0,5 МПа;

Кількість лопатей ротора – 4 шт;

Частота обертання ротора -  $310 \text{ хв}^{-1}$ ;

Діаметр отворів сита – 1,4 -2,4 мм;

Потужність електродвигуна - 30 кВт;

Габаритні розміри, м:

Довжина – 2,60;

Ширина - 1,74;

Висота – 1,74;

Загальна маса – 3,0 т.

Схемою передбачено один вузлоловлювач закритого типу ВЗ -13.

### **Флотаційна установка EсоCell**

Об'єм потоку на вхід у флотаційну комірку – 10600 л/хв

Максимальний тиск на вхід – 0,9 бар

Концентрація маси – 1,0 – 1,4%

Температура маси - 35-75°C

## 2.5 Розрахунок теплового балансу

### Розрахунок контактного сушіння паперу

#### Початкові дані

Продуктивність, кг/год	$G=3526,19$
Початкова вологість матеріалу, %	$W_1=57$
Кінцева вологість матеріалу, %	$W_2=4$
Початкова температура матеріалу, °C	$t_1=20$
Початкова температура повітря, °C	$\theta_1=10$
Початкова вологість повітря	$F_1=0,4$
Кінцева температура повітря, °C	$\theta_4=70$
Кінцева вологість повітря	$F_2=0,84$
Температура повітря після теплообмінника, °C	$\theta_2=30$
Температура гріючої пари, °C	$\theta_{\text{пар}}=130$

#### Тепловий баланс сушіння

Стаття приходу/витрати тепла	КДж/год
Прихід тепла	
1. З парою, що надходить в сушильні циліндри	12281246,91
2. З парою, що надходить в калорифер	1243354,63
3. Тепло використане в теплообміннику	730228,07
Всього	14254829,61
Витрата тепла	
1. На підігрів матеріалу	984184,23
2. На сушку в 2-му, 3-му періодах	10991100,99
3. На втрати в навколишнє середовище	88860,18
4. На втрати з невикористаним повітрям	73022,81
5. На підігрів повітря в теплообміннику	730228,07
6. На втрати з повітрям, що йде	1387433,34
Всього	14254829,61

### Результати розрахунку

Витрата пари в сушильній частині, кг/год	$D_1=5594,11$
Витрата пари в калориферах, кг/год	$D_2=566,35$
Загальна витрата пари, кг/год	$D=6160,46$
Витрата пари на 1 кг матеріалу, кг/год	$D_{\text{пит}}=1,7471$
Кількість повітря, що подається в сушку, кг/год	$L=36293,6$
Кількість свіжого повітря, кг/год	$L_9=39922,96$
Поверхня теплопередачі для підігріву, $\text{м}^2$	$F_1=12,498$
Поверхня теплопередачі для сушки, $\text{м}^2$	$F_{2,3}=178,05$
Загальна поверхня теплопередачі, $\text{м}^2$	$F=190,55$
Температура повітря на вході в суш. частину, $^{\circ}\text{C}$	$\theta_3=64,05$
Температура матеріалу при сушці з пост. швидкістю, $^{\circ}\text{C}$	$t_2=60$
Середня температура матеріалу в 2, 3 періодах, $^{\circ}\text{C}$	$t_4=78,9$
Середня температура матеріалу, $^{\circ}\text{C}$	$t_5=40$
Температура матеріалу після сушіння, $^{\circ}\text{C}$	$t_3=113,55$

### Розрахунок конвективного сушіння паперу

#### Початкові дані

Продуктивність, кг/год	$G=3526,19$
Початкова вологість матеріалу, %	$W_1=57$
Кінцева вологість матеріалу, %	$W_2=4$
Початкова температура матеріалу, $^{\circ}\text{C}$	$t_1=20$
Початкова температура повітря, $^{\circ}\text{C}$	$\theta^1_1=10$
Початкова вологість повітря	$F_1=0,4$
Температура нагріву в калорифері, $^{\circ}\text{C}$	$\theta_1=160$
Температура навколишнього середовища, $^{\circ}\text{C}$	$\theta_0=25$
Поверхня сушильної камери	$F_{\text{ск}}=160$

### **Матеріальний баланс сушіння**

Стаття приходу/витрати тепла	КДж/год
Прихід	
1. Суха речовина	3526,19
2. Волога з сухою речовиною	48238,28
3. Сухе повітря	1507494,73
4. Волога з повітрям	2567,99
Всього	1561827,19
Витрата	
1. Суха речовина	3526,19
2. Волога з сухою речовиною	247,45
3. Сухе повітря	1507494,73
4. Волога з повітрям	50558,82
Всього	1561827,19

### **Тепловий баланс сушіння**

Стаття приходу/витрати тепла	КДж/год
Прихід тепла	
1. З повітрям при підігріві в калорифері	185234717
Всього	185234717
Витрата тепла	
1. На підігрів матеріалу	4081360,4
2. На сушку в 2-му, 3-му періодах	112562742,72
3. На втрати в навколишнє середовище	33853,38
4. На втрати з повітрям, що йде	68556760,5
Всього	185234717



### Результати розрахунку

Витрата повітря для сушіння, кг/год	$L=1507494,73$
Сумарні витрати тепла в сушильній частині, кДж/год	$Q=116677956,5$
Витрата тепла на 1 кг матеріалу, кДж/год	$Q_0=33088,96$
Поверхня матеріалу для підігріву, м <sup>2</sup>	$F_1=582,02$
Поверхня матеріалу для сушіння, м <sup>2</sup>	$F_2=20373,34$
Загальна поверхня матеріалу, м <sup>2</sup>	$F=20955,36$
Температура повітря на виході із суш. частини, °C	$\theta_3=65$
Середня температура повітря в камері, °C	$\theta=112,5$
Середня температура матеріалу, °C	$t^1=30$
Середня температура матеріалу в 2, 3 періодах, °C	$t_{2,3}=47,5$
Температура матеріалу після сушіння, °C	$t_3=61,25$

### **3 ОБ'ЄМНО-ПЛАНУВАЛЬНЕ ТА КОНСТРУКТИВНЕ РІШЕННЯ БУДІВЛІ**

ВАТ «Київський картонно-паперовий комбінат» розміщений з підвітряного боку по відношенню до жилого району для вітрів переважаючого напрямлення.

Площа, яку займає підприємство – 64 га. Всі будівлі і споруди розміщуються із врахуванням технологічних вимог збереження мінімальних розривів між об'єктами.

На території комбіната розміщується 3-х поверховий адміністративний корпус, об'єднаний в єдиний архітектурний комплекс з 4-х поверховим лабораторним комплексом, який з'єднується з виробничим корпусом. На території комбінату розміщені: картонне виробництво, паперове виробництво, гофровиробництво, а також допоміжні цехи: ремонтно-будівельний, ремонтно-механічний, хімцех, а також складські приміщення, столова, адміністративні корпуси та ін.

Залізничні колії розміщені так, що вагони зупиняються безпосередньо перед складом, що сприяє швидкому та зручному вивантаженню сировини і матеріалів.

Автодороги розміщені по всій території підприємства і мають два виїзди із комбінату.

Щільність забудови території підприємства 50%. Між будівлями є зони озеленення, як і навколо підприємства.

Вода для потреб підприємства поступає із річки Дніпро. Забруднення, відпрацьована, оборотна вода, поступають по каналізаційній системі на очисні споруди, де піддаються очищенню.

Адміністративно-побутові приміщення знаходяться всередині будівлі. Висота поверху становить 9,6 м. Висота вбудованих приміщень - 3,9 м. Каркас будівлі збірний залізобетонний. Прив'язка колон зовнішніх рядів до крайніх поздовжніх розбивочних осей *A* і *E* 250 мм. У торцевих зовнішніх стін колони

відсунуті від вказаних поперечних розбивочних осей (вісь 1 і 21) на 500 мм. На 7 і 14 осях передбачені поперечні температурні шви. Прив'язка колон до цих розбивочних осей становить 500 мм. [8]

Колони залізобетонні прямокутного перерізу 400×500 мм. Колони для мостового крану мають переріз 600×800 мм. Фундаменти колон стаканного типу, залізобетонні, ступінчаті, збірні. Стіни панельні, товщиною 500 мм. Віконні отвори мають розміри 3000×3600 мм. [8]

## 4 ТЕХНІКА БЕЗПЕКИ НА ВИРОБНИЦТВІ

З технологічної частини проекту випливає, що у виробництві паперу використовуються шкідливі, пожежонебезпечні речовини і матеріали. На виробництві також передбачено використання електричної, теплової, механічної енергії. Використовуються трубопровідний, колісний, рейковий транспорт, автотранспорт, а також стрічкові транспортери, мостові крани. Всі технічні й організаційні рішення в проекті прийняті з урахуванням вимог охорони праці, пожежної та екологічної безпеки виробництва.

### 4.1 Повітря робочої зони

Фабрика виробництва паперу має дві основних ділянки: розмельно - підготовче відділення і зал папероробної машини (ПРМ). У робочій зоні температура повітря дорівнює 20-30 С, а в зоні БДМ може досягати 30-35 С. Основне джерело тепла - сушильна частина БДМ. У пресово-сушильної частини спостерігається підвищення вологості повітря до 75%. Цех оснащений вентиляційними камерами для видалення вологого повітря. Роботи основних робітників у проектованому цеху по виробництву паперу відносяться до категорії фізичних робіт середньої важкості Іа, тому що вони пов'язані з постійною ходьбою, виконуються стоячи і не вимагають переміщення вантажів; енерговитрати від 150 до 200 ккал/год (172-232 Дж/г). [10].

При виробництві паперу утворюється паперовий пил. Найбільша концентрація має місце при роботі поздовжньо-різального верстата. Запиленість повітря паперовим пилом в сухій частині БДМ – 6 мг/м. Пил засмічує і подразнює слизові оболонки очей, шкіру, верхні дихальні шляхи і викликають різні легеневі захворювання. Для забезпечення нормальних метрологічних умов проектом передбачені наступні заходи:

- механізація і автоматизація важких і трудомістких робіт;
- пристрій захисту екранів, що захищають робочі місця від теплового випромінювання;

- система припливно-витяжної та змішаної, а також комбінованої вентиляції;

- для попередження від переохолодження в зимовий час біля входу в цех передбачено пристрій повітряно - теплових завіс. Параметри мікроклімату контролюються на початку, в кінці і в середині теплого і холодного періодів року, а також на початку, в середині і в кінці зміни. [10].

Таблиця 4.1 - Показники виробничого середовища

Період року	Категорія робіт	Температура, С			Відносна вологість, %		Швидкість руху Повітря м/с	
		Оптимальна	Допустима на робочих місцях		Оптимальна	Допустима на постійних і непостійних робочих місцях	Оптимальна	Допустима на постійних і непостійних робочих місцях
			Постійна	Непостійна				
холодний	2-а	19-21	17-23	15-24	40-60	75	0,2	не більше 0,3
теплий	2-а	1-23	18-27	17-29	40-60	65 при 26 С	0,3	0,2-0,4

## 4.2 Освітлення

У проектуваному цеху передбачені природне, штучне і суміщене освітлення. Природне освітлення - бокове, воно має місце в денний час доби через вікна. Штучне освітлення здійснюється за допомогою використання газорозрядних ламп типу ДРІ. Вони мають високу світлову віддачу (до 100 лм/Вт), освітленість 100 лк.

Влаштування робочого освітлення є обов'язковою умовою у всіх приміщеннях і на освітлюваних територіях. Крім робочого передбачено також аварійне освітлення. Освітленість повинна складати не менше 5% величини робочого освітлення і не менше 1 лк на території підприємства. Є також евакуаційне освітлення, яке повинно забезпечувати освітленість при евакуації людей по лінії основних проходів на рівні підлоги і на сходах сходов. Воно забезпечує освітленість не менше 0,5 лк (у приміщеннях) і 0,2 лк (на відкритих майданчиках). [10].

### 4.3 Виробничий шум

Допустимий рівень звуку дорівнює 80 дБА (ДСН 3.3.6.037-99). Шкідливий вплив на людину чинить загальна вібрація, яка передається через опорні поверхні на тіло стоїть або сидить людини. Загальна вібрація за джерелом її виникнення в цеху виробництва паперу є технологічною, тобто виникає при роботі стаціонарних машин або передається на робочі місця, що не мають джерел вібрації. Захист від виробничого шуму:

Для досягнення рівня звуку, що допускається ДСН 3.3.6.039-99, передбачаються наступні заходи:

- у залі БДМ, в районі пресової та сушильної частини, стіни облицьовуються азбестоцементними перфорованими плитками, змонтованими по шару склоочисників, звукопоглиначі - з прошивних плит, товщиною 50мм;

- повітряні насоси, вентиляція - розміщені в ізольованих приміщеннях;

- для захисту робітників від шуму передбачена кабіна операторів.

У якості індивідуальних засобів захисту від шуму згідно з ГОСТ 12.4.005 - 88 використовують м'які вкладиші протишумові «Беруши СТ-1», що вставляються у вуха тампони з ультратонкого волокна або жорсткі з гуми, протишумові навушники ПШН-6 в найбільш шумному місці сіткової частини БДМ, РПЦ та ін. Для зниження рівня вібрації встановлені віброактивні апарати на віброізоляційних фундаментах. [10].

Для апаратів, що мають частоту обертання ротора менше 1800 хв-1, намічається встановити пружинні віброізолятори, а при швидкості обертання понад 1800 хв-1 - гумові. В цеху передбачена кімната відпочинку. Для захисту рук від локальної вібрації згідно ГОСТ 12.4.002-74 застосовуються рукавиці або рукавички. [10].

### 4.4 Небезпека ураження електричним струмом

За ступенем небезпеки ураження людей електричним струмом виробництво відноситься до класу особливо небезпечних приміщень. Приміщення характеризується (ГОСТ 12.1.09-79):

- наявністю підвищеної вологості (аж до конденсації) (вологість більше 75%);
- наявністю струмопровідних підлог;
- можливістю одночасного дотику людини до наявних з'єднання з землею металоконструкцій будинків механізмів з одного боку і металевим корпусом електрообладнання з іншого;

Живлення електроустаткування передбачається від 3-х фазній, 4-х провідний з заземленою нейтраллю електричної мережі змінного струму промислової частоти напругою 380/220В.

Основними причинами електротравматизму є: випадкове доторкання до відкритих струмопровідних частин, що перебувають під напругою; замикання фази мережі на корпус установки; пошкодження ізоляції струмоведучих частин; несправність огорожень та блокувань. [10].

Передбачені наступні заходи захисту від ураження струмом: забезпечення недоступності струмоведучих частин, що знаходяться під напругою, для випадкового дотику; електричне поділ мережі; усунення поразки, при появі напруги на корпусах та інших частинах електроустаткування, шляхом застосування малих напруг, використанням подвійної ізоляції, вирівнюванням потенціалів; захисні вимикачі; застосування електрозахисних засобів та запобіжних пристроїв, попереджувальних сигналізацій і знаків безпеки. [10].

#### 4.5 Небезпека впливу рухомих і обертових деталей машин і механізмів

У виробництві паперу на БДМ використовується ряд обертових деталей і механізмів, наприклад, вали пресів, притискні вали і ін.

Джерелами можливого нанесення травм є:

- відкриті обертові частини БДМ;
- потрапляння руки людини між валами машин;
- працює на території цеху транспорт, крани.

Основними причинами аварій на підприємстві є порушення технологічного режиму і неправильна експлуатація обладнання. У проектованому цеху для захисту робітників від небезпечного діяння обертових

деталей і частин БДМ застосовуються сітчасті стаціонарні огороження; виробничі майданчики, встановлення вентиляційних агрегатів, перехідні містки забезпечені бар'єрами висотою 1 м. Рухомі частини обладнання огорожені; передбачені звукова і світлова сигналізація засобів аварійної зупинки і відключення джерел енергії. На кожне робоче місце розроблені інструкції по експлуатації обладнання і правила техніки безпеки. Управління БДМ - дистанційне. Елементи управління знаходяться на лицьовій стороні у станини машини. При пуску машини машиніст перевіряє закінчення робіт на машині, переконується у відсутності сторонніх предметів, перевіряє наявність і справність засобів захисту і дає попереджувальний звуковий сигнал. [10].

#### 4.6 Пожежна безпека

Згідно з ОНТП 24 - 86 категорія приміщення - В, папір і напівфабрикати, які застосовують у виробництві, відносять до пожежонебезпечних класу зони (за ПУЕ) П - II а.

Найбільш пожежонебезпечною є сушильна частина ПРМ, так як температура самозаймання папери 350 °С, а пилу 300 °С. Температура сушильного повітря 450 °С.

Проектом передбачені такі протипожежні заходи:

- суворе дотримання технологічного процесу, так як при підвищенні температури сушіння збільшується пожежонебезпека приміщення;
- установка датчиків автоматичного контролю температури ТСМ і ТСВ - 0.679;
- заходи щодо підтримання чистоти на робочому місці та устаткування, в т.ч. своєчасне видалення пилу, паперу, олії з нерухомих конструкцій, приводів, паропроводів, підшипників та ін.

До будівлі паперової фабрики по всій довжині передбачений проїзд пожежної машини. Ширина прорізів 4 м, кількість 4 шт. У кожного отвору передбачений запасний вихід, шириною 1.5 м [10].

Для захисту від електромагнітної індукції між трубопроводом, оболонками кабелів в місцях їхнього зближення до 0.5 м у спорудах будуть приварені



металеві перемички, щоб не допустити утворення незамкнених контурів. У разі пожежі передбачено аварійне відключення припливно-витяжної вентиляції; на робочих місцях встановлені засоби первинного пожежогасіння. Вогнегасники ОХП - 10 в кількості 28 шт., ОУ - 8 у кількості 12 шт. [10].

#### 4.7 Охорона навколишнього середовища

Виробництво паперу характеризується великою витратою води на 1т продукції (32-36 м). Основними викидами виробництва є стічні води з органічними речовинами.

Для попередження забруднення водойм передбачений комплекс заходів:

- максимальне використання очищених вод після внутрішньоцеховий та локальної очисток повторно у виробництві, що дозволяє зменшити споживання свіжої води, витягти з оборотних вод максимальна кількість скопа і повернути уловлене волокно назад у технологічний потік;

- подача забруднених стічних вод з виробництва в цех водоочистки промислових стоків, який входить до складу общеузловых очисних споруд водопостачання і каналізації Трипільського промвузла, для повної механічної та біологічної очистки до норм скидання очищених вод у водойми рибогосподарського призначення.

Для очищення і уловлювання частинок пилу при виході вентиляційних викидів встановлені матерчаті фільтри, які очищаються під час профілактичних ремонтів обладнання. Для запобігання забруднення ґрунту відходи систематично видаляють в місця досить віддалені від житлового району і підприємства. [10]

## 5 СТАРТАП ПРОЕКТ

Результати магістерської дисертації було покладено в основу стартап-проекту.

### 5.1 Опис ідеї проекту

Ідея полягає в здешевленні технології виробництва та покращенні якості кінцевої продукції, а саме санітарно-гігієнічних видів паперу. Для досягнення цих цілей, пропонується реконструкція технологічного потоку ПрАТ «Київський КПК» з виробництва паперу туалетного із макулатури. Реконструкція включає у себе:

- Використання флотаційної установки Deinking EcoCell with Low Energy Flotation фірми «Voith»
- Заміну існуючих згущувачів на безсітковий дисковий фільтр DF-370
- Встановлення фракціонатора типу TamScreen TS12

Впровадження цих реконструкцій дозволить покращити очистку макулатури перед її переробкою, що суттєво впливає на якість кінцевої продукції та зменшити витрати на виробництво.

### 5.2 Технологічний аудит ідеї проекту

Таблиця 5.1 – Технологічна здійсненність ідеї проекту

№ n/n	Ідея проекту	Технології її реалізації	Наявність технологій	Доступність технологій
1.	Використання флотаційної установки Deinking EcoCell with Low Energy Flotation фірми «Voith»	Технологія виготовлення готової продукції	Наявна	Доступна автору проекту
2.	Заміна існуючих згущувачів на безсітковий дисковий фільтр DF-370			
3.	Встановлення фракціонатора типу TamScreen TS12			
Обрана технологія реалізації ідеї проекту: технологія виготовлення готової продукції.				

Технологічна реалізація проекту можлива в рамках технології виготовлення готової продукції.

### 5.3 Аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту

Таблиця 5.2 – Попередня характеристика потенційного ринку стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Показники стану ринку ЦПП</i>	<i>Характеристика</i>
1	Кількість головних гравців, од.	1. ПАТ «Кохавинська Паперова Фабрика»; 2. ПрАТ «Львівська картонно-паперова компанія».
2	Загальний обсяг продаж, тис. грн	1. 49750; 2. 52139.
3	Динаміка ринку (якісна оцінка)	Зростає.
4	Наявність обмежень для входу (вказати характер обмежень)	Лідуючі позиції провідних підприємств в галузі ЦПП, які в 3-4 рази перевищують обсяги виробництва даного виду готової продукції.
5	Специфічні вимоги до стандартизації та сертифікації	Наявні.
6	Середня норма рентабельності в галузі, %	7,0.

Виходячи із попереднього оцінювання ринок є привабливим для входження.

### Таблиця 5.3 – Характеристика потенційних клієнтів стартап-проекту

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба, що формує ринок</i>	<i>Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)</i>	<i>Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів</i>	<i>Вимоги споживачів до товару</i>

1.	Задоволення потреби у необхідності паперу туалетного із макулатури.	Фізичні особи-підприємці.	Технічний регламент, цінова політика, неналагоджена система закупівлі, для особистих потреб.	- до продукції: відповідність ТУ; - до компанії-постачальника: оформлення необхідного пакету документів на умовах продаж/купівля.
----	---	---------------------------	--	--

Таблиця 5.5 – Фактори загроз

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст загрози</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1.	Війна.	Відносини між країнами.	Пошук альтернативних джерел збуту готової продукції.
2.	Рівень розвитку виробництва.	Обмеження в асортименті продукції, що випускається.	Модернізація, автоматизація та реконструкція.
3.	Перебої в опаленні у холодний період року.	Збільшення кількості лікарняних.	Встановлення автономного опалення виробничих приміщень.
4.	Інновації зі сторони конкурентів.	Створення нової продукції.	Обмін досвідом з компаніями галузі ЦПП, залучення молодих фахівців та студентів останніх курсів.
5.	Старіючий персонал.	Недосвідчені спеціалісти.	Проведення тренінгів для молодих фахівців.
6.	Непорозуміння між працівниками.	Зниження якості виконуваної роботи.	Запровадження системи покарань.
7.	Погодні умови.	Перебої в поставці сировинної бази.	Включення у договір про співпрацю до пункту «Форс-мажор».
8.	Завищена ціна.	Зменшення попиту.	Розроблення системи знижок для компаній-партнерів.

9.	Постачання продукції з браком.	Система керування за якістю готової продукції не задовольняє потреби.	Відшкодування в розмірі встановленим клієнтом.
10.	Соціальні мережі.	Розкриття комерційної таємниці.	Захист інформації.

Таблиця 5.6 – Фактори можливостей

<i>№ n/n</i>	<i>Фактор</i>	<i>Зміст можливості</i>	<i>Можлива реакція компанії</i>
1.	Зовнішня політика країни.	Експорт.	Налагодження системи реалізації товару.
		Імпорт хімікатів.	Розширення сировинної бази.
2.	Конкуренція.	Зменшення собівартості продукції та нарощення виробництва.	Пошук та заохочення нових клієнтів.
3.	Працівники похилого віку.	Готовність поділитися досвідом з молодим поколінням спеціалістів.	Прийняття студентів на практику та заохочення їх до подальшого працевлаштування.
4.	ЗМІ.	Піар.	Висвітлення інформації про позитивну сторону компанії.

Таблиця 5.7 – Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

<i>Особливості конкурентного середовища</i>	<i>В чому проявляється дана характеристика</i>	<i>Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)</i>
1. Вказати тип конкуренції - чиста.	Безпосередній вплив на ситуацію на ринку несуть інновації та вигідні пропозиції.	Запровадження системи знижок, акцій.
2. За рівнем конкурентної боротьби - національний.	Першочергово необхідно орієнтуватися на національний ринок,	Розширення та збільшення виробничих потужностей, задля майбутнього виходу на ринок на рівні країни.

	лише згодом на міжнародний.	
3. За галузевою ознакою -внутрішньогалузева.	Виробництво паперу з туалетного з макулатури належить до ЦПП.	Оновлення технології виробництва та використання альтернативної сировини.
4. Конкуренція за видами товарів - товарно-видова.	Конкуренція між товарами одного виду.	Зменшення собівартості готової продукції шляхом запровадження новітніх технологій та матеріалів в процесі її виробництва.
5. За характером конкурентних переваг - цінова.	Замовника зацікавлює приваблива ціна.	Розроблення системи знижок та акцій для клієнтів.
6. За інтенсивністю - марочна.	Торгова марка/бренд керує ринком.	Підтримання репутації компанії.

Таблиця 5.8 – Аналіз конкуренції в галузі за М. Портером

	<i>Прямі конкуренти в галузі</i>	<i>Потенційні конкуренти</i>	<i>Постачальники</i>	<i>Клієнти</i>	<i>Товари-замінники</i>
<i>Складові аналізу</i>	1. ПАТ «Кохавинськ а Паперова Фабрика»; 2. ПрАТ «Львівська картонно-паперова компанія».	Економія на масштабах; наявність товарних знаків; розмір капіталовкладень; доступ до каналів розподілу.	Концентрація постачальників ; значення розміру поставок для постачальників .	Розмір закупівель; система інформації; торгівельні знаки; контроль якості.	Ціна; лояльність споживачів .
Висновки:	Інтенсивна конкурентна боротьба з боку прямих конкурентів	- можливості входу в ринок є. - потенційних конкурентів немає.	Постачальники не диктують умови роботи на ринку.	Клієнти диктують умови роботи на ринку, а саме: своєчасна	Програми лояльності зі сторони конкурентів.

				поставка, достовірна інформація про товар та вимоги до його якості.	
--	--	--	--	--	--

З огляду на конкурентну ситуацію принципова можливість роботи на ринку присутня. Щоб бути конкурентноспроможним на ринку, проект повинен мати наступні характеристики (сильні сторони): забезпечувати своєчасну поставку готової продукції, надавати повну характеристику товару, відповідати вимогам якості та запровадити програму лояльності для компаній-партнерів.[11]

Таблиця 5.9 – Обґрунтування факторів конкурентноспроможності

№ n/n	Фактор конкурентноспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1.	Своєчасна поставка товару.	Реконструкція технологічного потоку дозволяє налагодити безперебійний випуск продукції, в свою чергу, підвищити продуктивність та виконання замовлень від клієнтів вчасно.
2.	Достовірне та цілковите інформування.	Прозорість зі сторони постачальника.
3.	Високі показники якості готової продукції.	За рахунок впровадження інновацій та розширення сировинної бази.
4.	Системи знижок, акції та програми лояльності для клієнтів.	Гнучка політика підприємства по відношенню до клієнтів.

Таблиця 5.10 – Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ n/n	Фактор конкурентноспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Своєчасна поставка товару.	17						✓	

2	Достовірне та цілковите інформування.	17					✓		
3	Високі показники якості готової продукції.	19				✓			
4.	Системи знижок, акції та програми лояльності для клієнтів.	19		✓					

Таблиця 5.11 – SWOT-аналіз стартап-проекту

Сильні сторони: - системи знижок, акції та програми лояльності для клієнтів.	Слабкі сторони: - своєчасна поставка товару; - достовірне та цілковите інформування.
Можливості: - експорт; - імпорт хімікатів; - зменшення собівартості продукції та нарощення виробництва; - готовність поділитися досвідом з молодим поколінням спеціалістів; - піар.	Загрози: - відносини між країнами; - обмеження в асортименті продукції, що випускається; - збільшення кількості лікарняних; - створення нової продукції; - недосвідчені спеціалісти; - зниження якості виконуваної роботи; - перебої в поставці сировинної бази; - зменшення попиту; - система керування за якістю готової продукції не задовольняє потреби; - розкриття комерційної таємниці.

Таблиця 5.12 – Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1.	Нарощення виробничих потужностей.	Присутня, проста.	6 місяців – 1 рік.
2.	Розширення клієнтської бази на рівні країни.	Присутня, середньої тяжкості.	1-1,5 року.



Виходячи з результатів аналізу було обрано альтернативу № 1 ринкової поведінки.

#### 5.4 Розроблення ринкової стратегії проекту

Таблиця 5.13 – Вибір цільових груп потенційних споживачів

<i>№ n/n</i>	<i>Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів</i>	<i>Готовність споживачів сприйняти продукт</i>	<i>Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)</i>	<i>Інтенсивність конкуренції в сегменті</i>	<i>Простота входу у сегмент</i>
1.	Фізичні особи- підприємці.	Присутня.	Присутній періодичний попит.	Середня інтенсивність.	Присутність незначної конкуренції перешкоджає входу у сегмент.
Які цільові групи обрано: - фізична особа-підприємець; - виробники гофрокартону та упаковки.					

За результатами аналізів потенційних груп споживачів було визначено стратегію охоплення ринку – диференційований маркетинг.

Таблиця 5.14 – Визначення базової стратегії розвитку

<i>№ n/n</i>	<i>Обрана альтернатива розвитку проекту</i>	<i>Стратегія охоплення ринку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції відповідно до обраної альтернативи</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>
1.	Нарощення виробничих потужностей.	Диференцій ований маркетинг.	Для кожного із сегментів розробляється окрема програма ринкового впливу.	Стратегія диференціації.

Таблиця 5.15 – Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

<i>№ n/n</i>	<i>Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?</i>	<i>Чи буде компанія шукати нових споживачів, або</i>	<i>Чи буде компанія копіювати основні характеристики</i>	<i>Стратегія конкурентної поведінки</i>
------------------	---	--	--	---

		<i>забирати існуючих у конкурентів?</i>	<i>товару конкурента, і які?</i>	
1.	Ні.	Буде переорієнтовувати існуючих споживачів у конкурентів, тому що ринок переповнений, а завдяки інноваціям та зменшенню собівартості готової продукції є можливість зайняти передові позиції.	Основна мета даного проекту і конкурентів – забезпечення ринку продукцією відповідної якості, згідно стандартних вимог.	Стратегія виклику лідера.

Таблиця 5.16 – Визначення стратегії позиціонування

<i>№ п/п</i>	<i>Вимоги до товару цільової аудиторії</i>	<i>Базова стратегія розвитку</i>	<i>Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту</i>	<i>Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)</i>
1.	Відповідність ТУ, оформлення необхідного пакету документів на умовах продаж/купівля або заключення договору про співпрацю.	Стратегія диференціації.	Для кожного із сегментів розробляється окрема програма ринкового впливу.	1. Гнучка політика підприємства 2. Високі показники якості 3.Приваблива ціна

## 5.5 Розроблення маркетингової програми стартап-проекту

Таблиця 5.17 – Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

<i>№ n/n</i>	<i>Потреба</i>	<i>Вигода, яку пропонує товар</i>	<i>Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)</i>
1.	Забезпечення ринку продукцією відповідної якості, згідно стандартних вимог.	Індивідуальний підхід, у виконанні замовлення, до кожного із клієнтів.	Гнучка політика підприємства по відношенню до клієнтів, співвідношення «приваблива ціна/високі показники якості товару».

Таблиця 5.18 – Визначення меж встановлення ціни

<i>№ n/n</i>	<i>Рівень цін на товари- замінники</i>	<i>Рівень цін на товари- аналоги</i>	<i>Рівень доходів цільової групи споживачів</i>	<i>Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу</i>
1.	3200-3500 грн/т	28000-30000 грн/т .	Вище середнього – високий.	28000-35000 грн/т.

Таблиця 5.19 – Формування системи збуту

<i>№ n/n</i>	<i>Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Функції збуту, які має виконувати постачальник товару</i>	<i>Глибина каналу збуту</i>	<i>Оптимальна система збуту</i>
1.	Клієнт на періодичний/постійній основі здійснює замовлення та вимагає необхідний пакет документів.	Надати необхідну інформацію, забезпечити своєчасну поставку товару.	Нульовий рівень (прямі канали розподілу).	Власна (проводити збут власними силами).

Таблиця 5.20 – Концепція маркетингових комунікацій

<i>№ п/п</i>	<i>Специфіка поведінки цільових клієнтів</i>	<i>Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти</i>	<i>Ключові позиції, обрані для позиціонування</i>	<i>Завдання рекламного повідомлення</i>	<i>Концепція рекламного звернення</i>
1.	Моніторинг ринку, оцінка наявних пропозицій, отримання інформації про товар.	Формальні (офіційні).	Гнучка політика підприємства, високі показники якості, приваблива ціна.	Донести інформацію про товар.	«Папір який не підведе.»

## 5.6 Висновки

Згідно результатів проведеного аналізу можна зазначити, що:

- ринкова комерціалізація проекту можлива, так як попит наявний, динаміка ринку – зростаюча, рентабельність роботи на ринку складає 7,0 % ;
- перспективи впровадження є, з огляду на потенційних клієнтів (фізичні особи-підприємці), бар'єри входження, стан конкуренції (середньої та значної інтенсивності), конкурентно спроможності проекту;
- для ринкової реалізації проекту, в якості альтернативи, доцільно нарощувати виробничі потужності, тобто збільшити продуктивність підприємства. [11]

## ВИСНОВКИ

1. Запропоновано інноваційні зміни технологічного потоку Приватного акціонерного товариства «Київський картоно-паперовий комбінат» з виробництва туалетного паперу з 100 % макулатури продуктивністю 55 тис. т/рік з метою поліпшення якості кінцевої продукції та зниженні вартості виробництва :

- встановлення флотаційної установки Deinking EcoCell with Low Energy Flotation фірми «Voith»,
- заміна існуючих згущувачів на безсітковий дисковий фільтр DF-370
- встановлення фракціонатору типу УСМ у відділі підготовки макулатурної маси.

2. Наведено стандарти та технічні умови на сировину, хімікати і готову продукцію.

3. Розраховано матеріальний баланс води та волокна, згідно якого для виробництва 1 т туалетного паперу необхідно 1042,44 кг макулатури марок МС-6Б, МС-7Б, МС-8В, МС-11В та 37 750 м<sup>3</sup> свіжої води. Вимої волокна становлять 7,9 %.

4. Наведено вибір основного технологічного обладнання.

5. Розраховано тепловий баланс контактно-конвективного сушіння туалетного паперу з макулатури, згідно якого на сушіння 1 кг матеріалу необхідно 1507494,73 кг пари та 33088,96 кДж тепла.

6. Наведено заходи щодо охорони праці під час виробництва туалетного паперу з макулатури.

7. Запропоновано стартап-проект, ідея якого полягає в здешевленні технології виробництва та покращенні якості кінцевої продукції.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Сайт компанії ПрАТ “Київський картонно-паперовий комбінат” веб-сайт. URL: <https://www.papir.kiev.ua/> (дата звернення 12.10.2019)
2. Сайт компанії «Фойт Пейпер» веб-сайт. URL: <http://voith.com> (дата звернення 12.10.2019)
3. ДСТУ ISO 3500 : 2009. Макулатура паперова й картонна. Технічні умови. [Чинний від 2004-07-01]. Київ 2007. (Інформація та документація)
4. ТУ У 6-00209355. Смола поліамідна модифікована Водамін-115. Технічні умови. [Чинний від 2001]. (Інформація та документація)
5. ДСТУ ISO 4266 : 2003 Папір туалетний із макулатури. Технічні умови. [Чинний від 2009-05-22]. Київ 2010. (Інформація та документація)
6. Примаков С.П., Барбаш В.А. Технологія паперу і картону: Навчальний посібник для вузів. –К.: ЕКМО, 2002, – 396 с.
7. Методичні вказівки до дипломного проектування для студентів спеціальності «Хімічна технологія переробки деревини та рослинної сировини». Примаков С.П., Барбаш В.А., Дейкун І.М., Орленко А.Т., Дорошенко М.П. – К.: КФТП, 2001. – 68 с.
8. Жудро С. Г. Технологическое проектирование целлюлозно- бумажных предприятий. Изд. 2-е, переработ. – М.: «Лесная промышленность», 1970. – 224 с.
9. Трепененков Р.И. Альбом чертежей конструкций и деталей промышленных зданий: Учебное пособие. М.: Стройиздат, 1980. – 387 с.
10. Максимов В. Ф. Охрана труда в целлюлозно-бумажной промышленности. Изд. 3-е, переработанное. – М.: «Лесная промышленность», 1985. – 352 с.
11. Розроблення стартап-проекту [Електронний ресурс] : Методичні рекомендації до виконання розділу магістерських дисертацій для студентів інженерних спеціальностей / За заг. ред. О.А. Гавриша. – Київ : НТУУ «КПІ», 2016. – 28 с.

## **ДОДАТОК А**